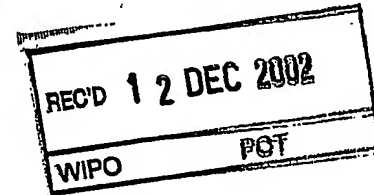


# BUNDESPUBLIK DEUTSCHLAND

## PRIORITY DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



### Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 101 63 991.0

**Anmeldetag:** 24. Dezember 2001

**Anmelder/Inhaber:** Merck Patent GmbH, Darmstadt/DE

**Bezeichnung:** Pyrrolo-pyrimidine

**IPC:** C 07 D, A 61 K

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

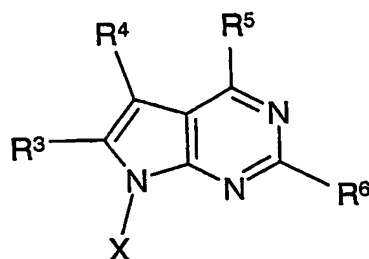
München, den 14. August 2002  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Waasmaier

## **Pyrrolo-pyrimidine**

# Pyrrolo-pyrimidine

Die Erfindung betrifft Verbindungen der Formel I



I

5 worin

X

unsubstituiertes oder durch  $R^1$  und/oder  $R^2$  ein- oder mehrfach substituiertes Phenyl oder Het,

10  $R^1, R^2$

jeweils unabhängig voneinander A, OH, OA, SA, SOA,  $SO_2A$ ,  $SO_2NH_2$ ,  $SO_2NHA$ ,  $SO_2AA'$ , CN,  $NO_2$ ,  $NH_2$ , NHA,  $NAA'$ ,  $NHCOA$ ,  $NHCOOA$ , COOH, COOA,  $CONH_2$ , CONHA,  $CONAA'$  oder Hal,

15  $R^1$  und  $R^2$

zusammen auch  $-OCH_2O-$  oder  $-OCH_2CH_2O-$ ,

$R^3$

A, OH, OA, SA, SOA,  $SO_2A$ ,  $SO_2NH_2$ ,  $SO_2NHA$ ,  $SO_2AA'$ , CN,  $NO_2$ ,  $NH_2$ , NHA, NHB,  $NAA'$ ,  $NHCOA$ ,  $NHCOOA$ ,  $NHCOB$ ,  $NHCOOB$ , COOH, COOA, COOB,  $CONH_2$ , CONHA, CONHB,  $CONAA'$  oder Hal,

20  $R^4$

verzweigtes oder unverzweigtes Alkyl oder Alkenyl mit bis zu 10 C-Atomen, die durch 1 bis 5 F- und/oder Cl-Atome substituiert sein können und/oder worin eine oder mehrere  $CH_2$ -Gruppen durch O, S, SO,  $SO_2$ , NH, NA,  $NHCO$ ,  $NACO$ ,  $NHCOO$  oder  $NACOO$  ersetzt sein können, oder Cycloalkyl oder Cycloalkenyl mit 3 bis 7 C-Atomen, worin eine oder zwei  $CH_2$ -Gruppen durch O, S, SO,  $SO_2$ ,  $SO_2NH$ ,  $SO_2NA$ , NH, NHA,  $NHCONH$ ,  $NACONH$ ,  $NACONA$ ,  $NHCO$ ,  $NACO$ ,  $NHCOO$  oder  $NACOO$  ersetzt sein können,

25

R <sup>5</sup>	OH, OA, SA, SOA, SO <sub>2</sub> A, SO <sub>2</sub> NH <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> NHA, SO <sub>2</sub> AA', CN, NO <sub>2</sub> , NH <sub>2</sub> , NHA, NAA', NHCOA, NHCOOA, COOH, COOA, CONH <sub>2</sub> , CONHA, CONAA' oder Hal,
R <sup>6</sup>	H, OH, OA, SA, SOA, SO <sub>2</sub> A, SO <sub>2</sub> NH <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> NHA, SO <sub>2</sub> AA', CN, NO <sub>2</sub> , NH <sub>2</sub> , NHA, NAA', NHCOA, NHCOOA, COOH, COOA, CONH <sub>2</sub> , CONHA, CONAA' oder Hal,
A, A'	jeweils unabhängig voneinander verzweigtes oder unverzweigtes Alkyl oder Alkenyl mit bis zu 10 C-Atomen, die durch 1 bis 5 F- und/oder Cl-Atome substituiert sein können und/oder worin eine oder mehrere CH <sub>2</sub> -Gruppen durch O, S, SO, SO <sub>2</sub> , NH, NR <sup>7</sup> , NHCO, NR <sup>7</sup> CO, NHCOO oder NR <sup>7</sup> COO ersetzt sein können,
A und A'	zusammen auch Alkylen mit 3 bis 7 C-Atomen, wobei eine oder zwei CH <sub>2</sub> -Gruppen durch CHR <sup>7</sup> , CHR <sup>7</sup> R <sup>8</sup> , O, S, SO, SO <sub>2</sub> , NH, NR <sup>7</sup> , NHCO, NR <sup>7</sup> CO, NHCOO oder NR <sup>7</sup> COO ersetzt sein können,
B	unsubstituiertes oder durch R <sup>1</sup> und/oder R <sup>2</sup> ein- oder mehrfach substituiertes Phenyl oder Het,
Het	einen unsubstituierten oder ein-, zwei- oder dreifach durch A'', Hal oder CF <sub>3</sub> substituierten aromatischen 5- oder 6-gliedrigen Heterocyclus mit 1-3 N-, O- und/oder S-Atomen,
R <sup>7</sup> , R <sup>8</sup>	jeweils unabhängig voneinander verzweigtes oder unverzweigtes Alkyl oder Alkenyl mit bis zu 5 C-Atomen, die durch 1 bis 5 F- und/oder Cl-Atome substituiert sein können und/oder worin eine oder mehrere CH <sub>2</sub> -Gruppen durch O, S, SO, SO <sub>2</sub> oder NH ersetzt sein können,
A''	Alkyl mit 1 bis 6 C-Atomen
und	
Hal	F, Cl, Br oder I bedeutet,

sowie ihre pharmazeutisch verwendbaren Derivate, Solvate und Stereoisomere, einschließlich deren Mischungen in allen Verhältnissen.



Pyrrolderivate als Phosphodiesterase VII-Hemmer sind z.B. aus der WO 01/32618 bekannt.

- 5     Der Erfindung lag die Aufgabe zugrunde, neue Verbindungen mit wertvollen Eigenschaften aufzufinden, insbesondere solche, die zur Herstellung von Arzneimitteln verwendet werden können.

10     Es wurde gefunden, daß die Verbindungen der Formel I und ihre Salze und Solvate bei guter Verträglichkeit sehr wertvolle pharmakologische Eigenschaften besitzen.

Insbesondere zeigen sie eine spezifische Inhibierung der "Rolipram insensitive" cAMP Phosphodiesterase (PDE VII).

- 15     Die biologische Aktivität der Verbindungen der Formel I kann nach Methoden bestimmt werden, wie sie z.B von M.A. Giembycz et al. in Br. J. Pharmacol. (1996), 118, 1945-1958 beschrieben sind.

Die Affinität der Verbindungen für cAMP-Phosphodiesterase (PDE VII) wird durch die Ermittlung ihrer IC<sub>50</sub>-Werte (Konzentration des Inhibitors, die benötigt wird, um eine 50 %ige Inhibierung der Enzymaktivität zu erreichen) bestimmt.

- 20     Zur Durchführung der Bestimmungen wurden anstelle von T-Lymphozyten homogenisierte SK-N-SH Neuroblastomazellen verwendet, zur PDE III Inhibierung wurde CI-930 eingesetzt. Hierbei handelt es sich um einen selektiven PDE III Inhibitor (J.A. Bristol et al., J. Med. Chem. 1984, 27(9), 1099-1101).

Alternativ wird SK-N-SH durch HUT-78 ersetzt und statt CI-930 wird mit Trequensin inhibiert (D. Ruppert et al., Life Sci. 31:2037, 1982).

- 30     Die Verbindungen der Formel I können zur Behandlung von asthmatischen Erkrankungen eingesetzt werden.

Die antiasthmatische Wirkung kann z. B. analog der Methode von T. Olsson, *Acta allergologica* **26**, 438-447 (1971), bestimmt werden.

5 Da cAMP knochenabbauende Zellen hemmt und knochenaufbauende Zellen stimuliert (S. Kasugai et al., M 681 und K. Miyamoto, M 682, in Abstracts of the American Society for Bone and Mineral Research 18<sup>th</sup> Annual Meeting, 1996), können die Verbindungen der Formel I zur Behandlung von Osteoporose eingesetzt werden.

10 Die Verbindungen zeigen außerdem eine antagonistische Wirkung auf die Produktion von TNF $\alpha$  (Tumor Nekrose Faktor) und eignen sich daher zur Behandlung von allergischen und entzündlichen Krankheiten, Autoimmunkrankheiten, wie z.B. rheumatoide Arthritis, multiple Sklerose, Morbus Crohn, Diabetes mellitus oder ulzerative Kolitis,  
15 Transplantatabstoßungsreaktionen, Kachexie und Sepsis.

Die antiinflammatorische Wirkung der Substanzen der Formel I und ihre Wirksamkeit zur Behandlung von z.B. Autoimmunerkrankungen wie multipler Sklerose oder rheumatoider Arthritis, kann analog den Methoden von N. Sommer et al., *Nature Medicine* **1**, 244-248 (1995) oder L. Sekut et al., *Clin. Exp. Immunol.* **100**, 126-132 (1995) bestimmt werden.

20 Die Verbindungen können zur Behandlung von Kachexie eingesetzt werden. Die anti-kachektische Wirkung kann in TNF-abhängigen Modellen der Kachexie geprüft werden (P. Costelli et al., *J. Clin. Invest.* **95**, 2367ff. (1995); J.M. Argiles et al., *Med. Res. Rev.* **17**, 477ff. (1997)).

25 Die PDE VII-Inhibitoren können auch das Wachstum von Tumorzellen hemmen und sind deshalb für die Tumorthherapie geeignet (für PDE IV-Hemmer vgl. D. Marko et al., *Cell Biochem. Biophys.* **28**, 75ff. (1998)).

30 Sie können weiterhin für die Therapie von Sepsis und zur Behandlung von Gedächtnisstörungen, Atherosklerose, atopische Dermatitis und

AIDS eingesetzt werden, ferner zur Behandlung T-Zellen-abhängiger Krankheiten (L.Li et al., Science, 1999, 283, 848-851).

Die Wirkung von z.B. PDE IV-Inhibitoren bei der Behandlung von Asthma, entzündlichen Erkrankungen, Diabetes mellitus, atopischer Dermatitis, Psoriasis, AIDS, Kachexie, Tumorstadium oder Tumormetastasen ist z.B. in der EP 77 92 91 beschrieben.

Die Verbindungen der Formel I können als Arzneimittelwirkstoffe in der Human- und Veterinärmedizin eingesetzt werden. Ferner können sie als Zwischenprodukte zur Herstellung weiterer Arzneimittelwirkstoffe eingesetzt werden.

Die Erfindung betrifft weiterhin die Verwendung von Typ-7-Phosphodiesteraseinhibitoren (PDE VII-Inhibitoren) der Formel I zur Behandlung von Erkrankungen sowie Kombinationen von Verbindungen der Formel I mit anderen Arzneistoffen.

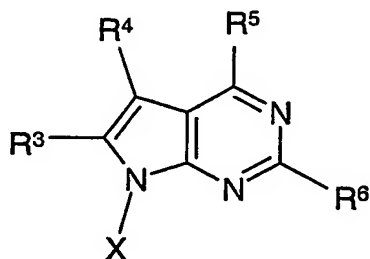
Es wird auf WO 01/57025 verwiesen, aus der spezielle Pyrimidinderivate als PDE IV-Inhibitoren, ihre Verwendung zur Behandlung von Erkrankungen sowie Kombinationen mit anderen Arzneistoffen bekannt sind.

Gegenstand der Erfindung ist dementsprechend insbesondere die Verwendung von Verbindungen der Formel I und ihren physiologisch unbedenklichen Salzen und Solvaten zur Herstellung eines Arzneimittels zur Behandlung eines Patienten, der an einer Erkrankung oder einem Leiden leidet, die vom PDE VII-Isozym in seiner Rolle bei der Regulierung der Aktivierung und Degranulation humaner Eosinophiler vermittelt wird. Gegenstand der Erfindung sind auch die Verbindungen der Formel I und ihren physiologisch unbedenklichen Salzen und Solvaten zur Behandlung oder Prophylaxe von Krankheiten, die durch Verbindungen mit PDE VII-inhibitorischer Aktivität bekämpft oder beeinflusst werden können.

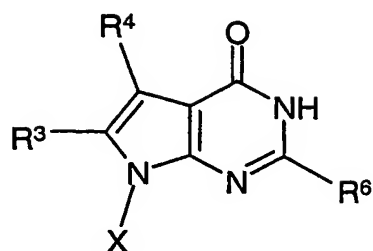
Aus WO 01/57025 sind verschiedene In-vitro-Assays und Tiermodellversuche bekannt, die genug Daten bereitstellen können, um den therapeutischen Nutzen von Verbindungen der Formel I, analog den dort genannten PDE IV-Inhibitoren, zu definieren und nachzuweisen.

Verbindungen der Formel I hemmen das PDE VII-Isozym und eignen sich daher aufgrund der wesentlichen Rolle, die die PDE-VII-Isozymfamilie in der Physiologie aller Säugetiere spielt, für verschiedenste therapeutische Anwendungen. Bei der enzymatischen Rolle der PDE VII-Isozyme handelt es sich um die intrazelluläre Hydrolyse von Adenosin-3',5'-Monophosphat (cAMP) in Leukozyten vor Erreichen des Entzündungszustands. cAMP wiederum ist für die Vermittlung der Wirkung zahlreicher Hormone im Körper verantwortlich und die Hemmung von PDE VII spielt daher eine wesentliche Rolle bei verschiedenen physiologischen Vorgängen. Es liegt umfassende Fachliteratur vor, in der die Wirkungen von PDE-Inhibitoren auf verschiedene Entzündungsreaktionen der Zelle beschrieben werden, zu denen außer der Erhöhung von cAMP auch die Hemmung der Superoxidproduktion, Degranulation, Chemotaxis und Freisetzung des Tumor Nekrose Faktors (TNF) in Eosinophilen, Neutrophilen und Monozyten zählt.

Verbindungen der Formel I



worin  $R^5$  OH bedeutet, können auch in Form ihrer Tautomeren der Formel Ia vorliegen

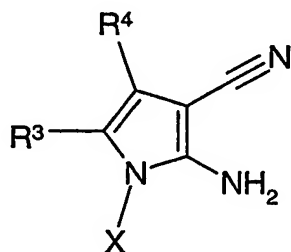


Ia.

Die Verbindungen der Formel I umfassen daher auch die Tautomeren der Formel Ia.

Die Erfindung betrifft daher die Verbindungen der Formel I und ein Verfahren

a) zur Herstellung von Verbindungen der Formel I in der  $R^5$  OH bedeutet, sowie deren Salzen und Solvaten, dadurch gekennzeichnet, daß man eine Verbindung der Formel II



II

worin

$R^3$ ,  $R^4$  und X die in Anspruch 1 angegebenen Bedeutungen haben, mit einer Verbindung der Formel III



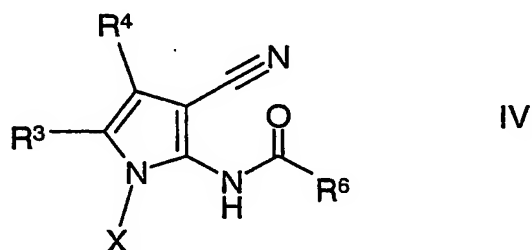
III

worin  $R^6$  die in Anspruch 1 angegebene Bedeutung hat,

umsetzt,

oder

b) zur Herstellung von Verbindungen der Formel I in der  $R^5$  OH bedeutet, sowie deren Salzen und Solvaten, dadurch gekennzeichnet, daß man eine Verbindung der Formel IV



worin  $R^3$ ,  $R^4$ ,  $R^6$  und X die in Anspruch 1 angegebenen Bedeutungen haben,

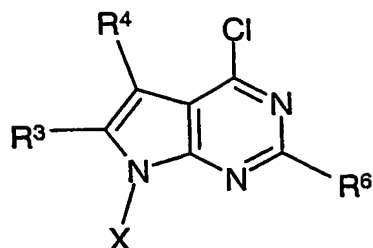
cyclisiert,

oder

c) zur Herstellung von Verbindungen der Formel I, worin

$R^5$  OA, SA, SOA,  $SO_2A$ ,  $SO_2NH_2$ ,  $SO_2NHA$ ,  $SO_2AA'$ , CN,  $NO_2$ ,  $NH_2$ , NHA,  $NAA'$ ,  $NHCOA$ ,  $NHCOOA$ ,  $COOH$ ,  $COOA$ ,  $CONH_2$ ,  $CONHA$  oder  $CONAA'$  bedeutet,

sowie deren Salzen und Solvaten, dadurch gekennzeichnet, daß man eine Verbindung der Formel IV



V

worin R<sup>3</sup>, R<sup>4</sup>, R<sup>6</sup> und X die in Anspruch 1 angegebenen Bedeutungen haben,

5

mit einer Verbindung der Formel VI



VI

worin R<sup>5</sup> die oben angegebene Bedeutung hat,

10

umsetzt,

und/oder daß man eine basische Verbindung der Formel I durch Behandeln mit einer Säure in eines ihrer Salze überführt.

15

Die Erfindung betrifft außerdem die optisch aktiven Formen (Stereoisomere), die Enantiomere, die Racemate, die Diastereomere und die Hydrate und Solvate dieser Verbindungen. Unter Solvaten der Verbindungen werden Anlagerungen von inerten Lösungsmittelmolekülen an die Verbindungen verstanden, die sich aufgrund ihrer gegenseitigen Anziehungskraft ausbilden. Solvate sind z.B. Monohydrate, Dihydrate oder Alkoholate.

20

Unter pharmazeutisch verwendbaren Derivaten werden z.B. die Salze der erfindungsgemäßen Verbindungen sowie sogenannte Prodrug-Verbindungen verstanden.

25

Unter Prodrug-Derivaten werden z.B. Verbindungen der Formel I verstanden, die z.B. mit Alkyl- oder Acylgruppen, Zuckern oder

Oligopeptiden modifiziert wurden und die im Organismus rasch gespalten werden und so die erfindungsgemäßen Wirkstoffe abgeben.

Dazu zählen auch biologisch abbaubare Polymerderivate der erfindungsgemäßen Verbindungen wie z.B. in Int. J. Pharm. 115, 61-67 (1995) beschrieben.

Die Bedeutungen aller Reste, die mehr als einmal vorkommen, sind jeweils voneinander unabhängig.

10

A, A' bedeutet vorzugsweise Alkyl, weiter bevorzugt durch 1 bis 5 Fluor- und/oder Chloratome substituiertes Alkyl, weiter bevorzugt Alkenyl.

15

In den vorstehenden Formeln ist Alkyl vorzugsweise unverzweigt und hat 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 oder 10 C-Atome, vorzugsweise 1, 2, 3, 4, 5 oder 6 C-Atome und bedeutet vorzugsweise Methyl, Ethyl, Trifluormethyl, Pentafluorethyl oder Propyl, weiter bevorzugt Isopropyl, Butyl, Isobutyl, sec-Butyl oder tert.-Butyl, jedoch auch n-Pentyl, Neopentyl, Isopentyl oder n-Hexyl. Besonders bevorzugt ist Methyl, Ethyl, Trifluormethyl, Propyl, Isopropyl, Butyl, n-Pentyl, n-Hexyl oder n-Decyl.

20

A" bedeutet vorzugsweise Alkyl mit 1, 2, 3, 4, 5 oder C-Atomen, z.B. Methyl, Ethyl oder Propyl, weiter bevorzugt Isopropyl, Butyl, Isobutyl, sec-Butyl oder tert.-Butyl, jedoch auch n-Pentyl, Neopentyl, Isopentyl oder n-Hexyl. Besonders bevorzugt ist Methyl, Ethyl, Propyl, Isopropyl oder Butyl.

25

Cycloalkyl hat vorzugsweise 3-7 C-Atome und bedeutet vorzugsweise Cyclopropyl oder Cyclobutyl, weiter bevorzugt Cyclopentyl oder Cyclohexyl, ferner auch Cycloheptyl; besonders bevorzugt ist Cyclopentyl.

30

Alkenyl bedeutet vorzugsweise Vinyl, Allyl, 2- oder 3-Butenyl, Isobutenyl, sec-Butenyl; ferner ist 4-Pentenyl, Isopentenyl oder 5-Hexenyl bevorzugt.



Alkylen ist vorzugsweise unverzweigt und bedeutet bevorzugt Methylen oder Ethylen, ferner bevorzugt Propylen oder Butylen.

Hal bedeutet vorzugsweise F, Cl oder Br, ferner auch I.

5

Die Reste  $R^1$  und  $R^2$  können gleich oder verschieden sein und befinden sich vorzugsweise in der 2- oder 4-Stellung des Phenylrings. Sie bedeuten beispielsweise unabhängig voneinander A oder Hal, oder zusammen Methylendioxy. Bevorzugt bedeuten sie jedoch jeweils Methyl, Ethyl, Propyl, Methoxy, Ethoxy, Propoxy, Isopropoxy, Benzyloxy, oder aber Fluor-, Difluor- oder Trifluormethoxy, oder 1-Fluor-, 2-Fluor-, 1,2-Difluor-, 2,2-Difluor-, 1,2,2-Trifluor- oder 2,2,2-Trifluorethoxy, weiterhin Fluor oder Chlor.

10

15

$R^1$  bedeutet besonders bevorzugt Fluor, Chlor, Methyl, Ethyl oder Propyl.  $R^2$  bedeutet besonders bevorzugt Fluor, Chlor, Methyl, Ethyl oder Propyl.

X bedeutet vorzugsweise einen durch  $R^1$  einfach substituierten Phenylrest oder unsubstituiertes Het.

20

X bedeutet besonders bevorzugt 2-Chlorphenyl, 2-Fluorphenyl, 4-Methylphenyl, 3-Chlorphenyl oder 4-Chlorphenyl.

25

Het bedeutet vorzugsweise z.B. unsubstituiertes 2- oder 3-Furyl, 2- oder 3-Thienyl, 1-, 2- oder 3-Pyrrolyl, 1-, 2-, 4- oder 5-Imidazolyl, 2-, 3- oder 4-Pyridyl, 2-, 4-, 5- oder 6-Pyrimidinyl, ferner weiterhin bevorzugt 1,2,3-Triazol-1-, -4- oder -5-yl, 1,2,4-Triazol-1-, -3- oder 5-yl, 1,2,3-Oxadiazol-4- oder -5-yl, 1,2,4-Oxadiazol-3- oder -5-yl, 1,3,4-Thiadiazol-2- oder -5-yl, 1,2,4-Thiadiazol-3- oder -5-yl, 1,2,3-Thiadiazol-4- oder -5-yl.

30

$R^3$  bedeutet vorzugsweise z.B.  $\text{COO}^-$  oder  $\text{COOH}$ .

$R^4$  bedeutet vorzugsweise z.B. unverzweigtes oder verzweigtes Alkyl mit 1, 2, 3, 4, 5 oder 6 C-Atomen, das durch 1-5 F- oder Cl-Atome substituiert

sein kann, vorzugsweise Methyl, Ethyl, Trifluormethyl, Pentafluorethyl oder Propyl, weiter bevorzugt Isopropyl, Butyl, Isobutyl, sec-Butyl oder tert.-Butyl, jedoch auch n-Pentyl, Neopentyl, Isopentyl oder n-Hexyl. Besonders bevorzugt ist Methyl, Ethyl, Trifluormethyl, Propyl, Isopropyl, Butyl, n-Pentyl, n-Hexyl oder n-Decyl.

R<sup>5</sup> bedeutet vorzugsweise Cl oder OH.

R<sup>6</sup> bedeutet vorzugsweise H.

Dementsprechend betrifft die Verbindung insbesondere diejenigen Verbindungen der Formel I, in denen mindestens einer der genannten Reste eine der vorstehend angegebenen bevorzugten Bedeutungen hat. Einige bevorzugte Gruppen von Verbindungen können durch die folgenden Teilformeln Ia bis If ausgedrückt werden, die der Formel I entsprechen und worin die nicht näher bezeichneten Reste die bei der Formel I angegebene Bedeutung haben, worin jedoch

in Ia	X	einen durch R <sup>1</sup> einfach substituierten Phenylrest oder unsubstituiertes Het bedeutet;
in Ib	R <sup>1</sup>	A oder Hal bedeutet;
in Ic	R <sup>3</sup>	COOA" oder COOH bedeutet;
in Id	R <sup>4</sup>	unverzweigtes oder verzweigtes Alkyl mit 1, 2, 3, 4, 5 oder 6 C-Atomen, das durch 1-5 F- oder Cl-Atome substituiert sein kann, bedeutet;
in Ie	R <sup>5</sup>	Cl oder OH bedeutet;
in If	R <sup>6</sup>	H bedeutet;
in Ig	X	einen durch R <sup>1</sup> einfach substituierten Phenylrest oder unsubstituiertes Het,
	R <sup>1</sup>	A oder Hal,
	R <sup>3</sup>	COOA" oder COOH,

R <sup>4</sup>	unverzweigtes oder verzweigtes Alkyl mit 1, 2, 3, 4, 5 oder 6 C-Atomen, das durch 1-5 F- oder Cl-Atome substituiert sein kann,
R <sup>5</sup>	Cl oder OH,
R <sup>6</sup>	H,
Het	Furyl, Thienyl, Pyrrolyl, Imidazolyl, Pyridyl oder Pyrimidinyl,
A, A''	jeweils unabhängig voneinander unverzweigtes oder verzweigtes Alkyl mit 1, 2, 3, 4, 5 oder 6 C-Atomen, das durch 1-5 F- oder Cl-Atome substituiert sein kann,
Hal	F, Cl oder Br

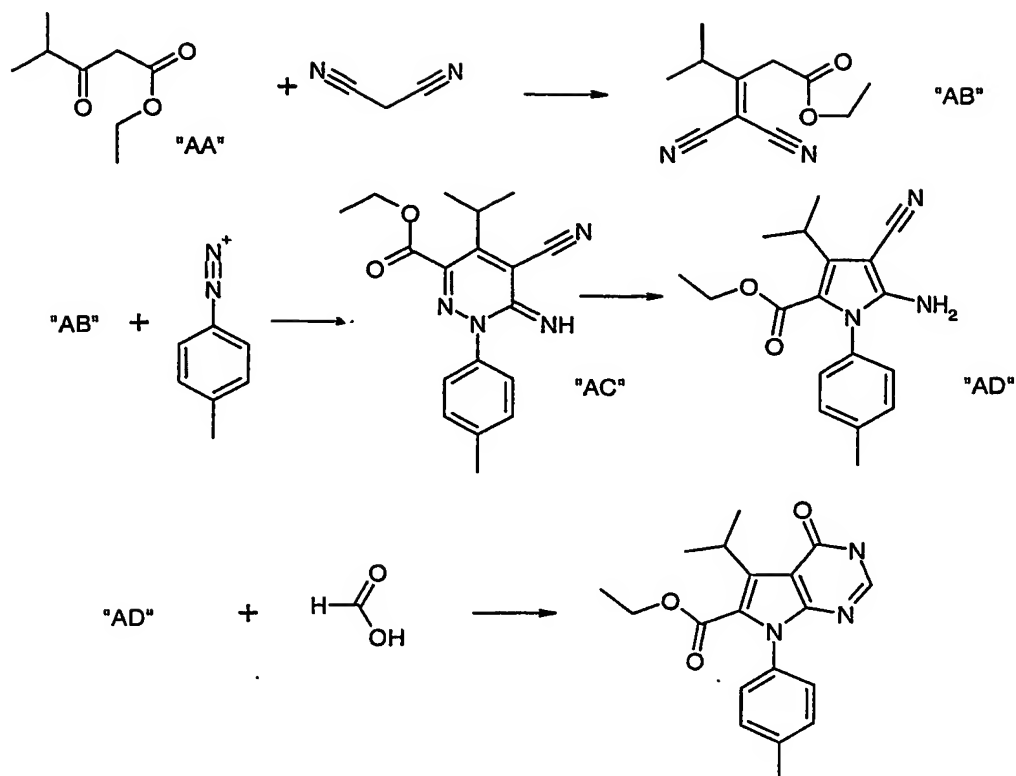
bedeuten,

sowie ihre pharmazeutisch verwendbaren Derivate, Solvate und Stereoisomere, einschließlich deren Mischungen in allen Verhältnissen.

Die Verbindungen der Formel I und auch die Ausgangsstoffe zu ihrer Herstellung werden im übrigen nach an sich bekannten Methoden hergestellt, wie sie in der Literatur (z.B. in den Standardwerken wie Houben-Weyl, Methoden der organischen Chemie, Georg-Thieme-Verlag, Stuttgart), beschrieben sind, und zwar unter Reaktionsbedingungen, die für die genannten Umsetzungen bekannt und geeignet sind. Dabei kann man auch von an sich bekannten, hier nicht näher erwähnten Varianten Gebrauch machen.

Verbindungen der Formel I werden vorzugsweise z.B. nach dem folgenden Reaktionsschema hergestellt:

14



"AD" entspricht einer Verbindung der Formel II.

$\text{HCOOH}$  entspricht einer Verbindung der Formel III.

5

Im einzelnen erfolgt die Umsetzung der Verbindungen der Formel II mit den Verbindungen der Formel III in Gegenwart oder Abwesenheit eines inerten Lösungsmittels bei Temperaturen zwischen etwa  $-20$  und etwa  $150^\circ$ , vorzugsweise zwischen  $80$  und  $120^\circ$ .

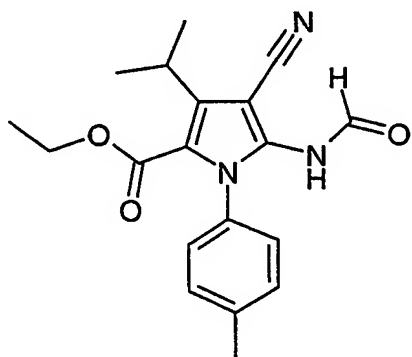
10

Als inerte Lösungsmittel eignen sich z.B. Kohlenwasserstoffe wie Hexan, Petrolether, Benzol, Toluol oder Xylol; chlorierte Kohlenwasserstoffe wie Trichlorethylen, 1,2-Dichlorethan, Tetrachlorkohlenstoff, Chloroform oder Dichlormethan; Alkohole wie Methanol, Ethanol, Isopropanol, n-Propanol, n-Butanol oder tert.-Butanol; Ether wie Diethylether, Diisopropylether, Tetrahydrofuran (THF) oder Dioxan; Glykolether wie Ethylenglykolmono-methyl- oder -monoethylether (Methylglykol oder Ethylglykol), Ethylen-

15

glykoldimethylether (Diglyme); Ketone wie Aceton oder Butanon; Amide wie Acetamid, Dimethylacetamid oder Dimethylformamid (DMF); Nitrile wie Acetonitril; Sulfoxide wie Dimethylsulfoxid (DMSO); Schwefelkohlenstoff; Carbonsäuren wie Ameisensäure oder Essigsäure; Nitroverbindungen wie Nitromethan oder Nitrobenzol; Ester wie Ethylacetat, oder Gemische der genannten Lösungsmittel.

Verbindungen der Formel I werden ferner z.B. analog der Cyclisierung von "AE" hergestellt, das einer Verbindung der Formel IV entspricht.



"AE"

"AE" tritt als Zwischenprodukt bei der Reaktion von "AD" mit Ameisensäure auf. "AE" wird entweder in einer Eintopfreaktion weiterverarbeitet oder es wird isoliert und anschließend cyclisiert.

Die Umsetzung der Verbindungen der Formel V mit Verbindungen der Formel VI erfolgt unter ähnlichen Bedingungen, betreffend die Reaktionszeit, Temperatur und Lösungsmittel, wie dies für die Umsetzung der Verbindungen der Formel II mit den Verbindungen der Formel III beschrieben ist.

Es ist ferner möglich, in einer Verbindung der Formel I einen Rest X, R<sup>3</sup>, R<sup>5</sup> und/oder R<sup>6</sup> in einen anderen Rest X, R<sup>3</sup>, R<sup>5</sup> und/oder R<sup>6</sup> umzuwandeln, z.B. indem man Nitrogruppen (beispielsweise durch Hydrierung an Raney-Nickel oder Pd-Kohle in einem inerten Lösungsmittel wie Methanol

oder Ethanol) zu Aminogruppen reduziert oder Cyangruppen zu COOH-Gruppen hydrolysiert.

Ferner kann man freie Aminogruppen in üblicher Weise mit einem Säurechlorid oder -anhydrid acylieren oder mit einem unsubstituierten oder substituierten Alkylhalogenid alkylieren, zweckmäßig in einem inerten Lösungsmittel wie Dichlormethan oder THF und /oder in Gegenwart einer Base wie Triethylamin oder Pyridin bei Temperaturen zwischen -60 und +30°.

Estergruppen können z.B. mit NaOH oder KOH in Wasser, Wasser-THF oder Wasser-Dioxan bei Temperaturen zwischen 0 und 100° verseift werden.

Carbonsäuren können z.B. mit Thionylchlorid in die entsprechenden Carbonsäurechloride und diese in Carbonsäureamide umgewandelt werden. Durch Wasserabspaltung in bekannter Weise erhält man aus diesen Carbonitrile.

#### Pharmazeutische Salze und andere Formen

Die genannten erfindungsgemäßen Verbindungen lassen sich in ihrer endgültigen Nichtsalzform verwenden. Andererseits umfaßt die vorliegende Erfindung auch die Verwendung dieser Verbindungen in Form ihrer pharmazeutisch unbedenklichen Salze, die von verschiedenen organischen und anorganischen Säuren und Basen nach fachbekannten Vorgehensweisen abgeleitet werden können. Pharmazeutisch unbedenkliche Salzformen der Verbindungen der Formel I werden größtenteils konventionell hergestellt. Sofern die Verbindung der Formel I eine Carbonsäuregruppe enthält, läßt sich eines ihrer geeigneten Salze dadurch bilden, daß man die Verbindung mit einer geeigneten Base zum entsprechenden Basenadditionssalz umsetzt. Solche Basen sind zum Beispiel Alkalimetallhydroxide, darunter Kaliumhydroxid, Natriumhydroxid und Lithiumhydroxid; Erdalkalimetallhydroxide wie Bariumhydroxid und Calciumhydroxid; Alkalimetallalkoholate, z.B. Kaliummethanolat und Natriumpropanolat; sowie verschiedene organische Basen wie Piperidin, Diethanolamin und N-Methylglutamin. Die Aluminiumsalze der Verbindungen der Formel I zählen ebenfalls dazu. Bei bestimmten

Verbindungen der Formel I lassen sich Säureadditionssalze dadurch bilden, daß man diese Verbindungen mit pharmazeutisch unbedenklichen organischen und anorganischen Säuren, z.B. Halogenwasserstoffen wie Chlorwasserstoff, Bromwasserstoff oder Jodwasserstoff, anderen  
5 Mineralsäuren und ihren entsprechenden Salzen wie Sulfat, Nitrat oder Phosphat und dergleichen sowie Alkyl- und Monoarylsulfonaten wie Ethansulfonat, Toluolsulfonat und Benzolsulfonat, sowie anderen organischen Säuren und ihren entsprechenden Salzen wie Acetat, Tartrat, Maleat, Succinat, Citrat, Benzoat, Salicylat, Ascorbat und  
10 dergleichen behandelt. Dementsprechend zählen zu pharmazeutisch unbedenklichen Säureadditionssalzen der Verbindungen der Formel I die folgenden: Acetat, Adipat, Alginat, Arginat, Aspartat, Benzoat, Benzolsulfonat (Besylat), Bisulfat, Bisulfit, Bromid, Butyrat, Kampferat, Kampfersulfonat, Caprylat, Chlorid, Chlorbenzoat, Citrat,  
15 Cyclopentanpropionat, Digluconat, Dihydrogenphosphat, Dinitrobenzoat, Dodecylsulfat, Ethansulfonat, Fumarat, Galacterat (aus Schleimsäure), Galacturonat, Glucoheptanoat, Gluconat, Glutamat, Glycerophosphat, Hemisuccinat, Hemisulfat, Heptanoat, Hexanoat, Hippurat, Hydrochlorid, Hydrobromid, Hydroiodid, 2-Hydroxyethansulfonat, Iodid, Isethionat,  
20 Isobutytrat, Lactat, Lactobionat, Malat, Maleat, Malonat, Mandelat, Metaphosphat, Methansulfonat, Methylbenzoat, Monohydrogenphosphat, 2-Naphthalinsulfonat, Nicotinat, Nitrat, Oxalat, Oleat, Pamoat, Pectinat, Persulfat, Phenylacetat, 3-Phenylpropionat, Phosphat, Phosphonat, Phthalat, was jedoch keine Einschränkung darstellt.

25 Weiterhin zählen zu den Basensalzen der erfindungsgemäßen Verbindungen Aluminium-, Ammonium-, Calcium-, Kupfer-, Eisen(III)-, Eisen(II)-, Lithium-, Magnesium-, Mangan(III)-, Mangan(II), Kalium-, Natrium- und Zinksalze, was jedoch keine Einschränkung darstellen soll.  
30 Bevorzugt unter den oben genannten Salzen sind Ammonium; die Alkalimetallsalze Natrium und Kalium, sowie die Erdalkalimetallsalze Calcium und Magnesium. Zu Salzen der Verbindungen der Formel I, die

sich von pharmazeutisch unbedenklichen organischen nicht-toxischen Basen ableiten, zählen Salze primärer, sekundärer und tertiärer Amine, substituierter Amine, darunter auch natürlich vorkommender substituierter Amine, cyclischer Amine sowie basischer Ionenaustauscherharze, z.B. Arginin, Betain, Koffein, Chlorprocain, Cholin, N,N'-Dibenzylethylendiamin (Benzathin), Dicyclohexylamin, Diethanolamin, Diethylamin, 2-Diethylaminoethanol, 2-Dimethylaminoethanol, Ethanolamin, Ethylendiamin, N-Ethylmorpholin, N-Ethylpiperidin, Glucamin, Glucosamin, Histidin, Hydrabamin, Iso-propylamin, Lidocain, Lysin, Meglumin, N-Methyl-D-glucamin, Morpholin, Piperazin, Piperidin, Polyaminharze, Procain, Purine, Theobromin, Triethanolamin, Triethylamin, Trimethylamin, Tripropylamin sowie Tris-(hydroxymethyl)-methyamin (Tromethamin), was jedoch keine Einschränkung darstellen soll.

Verbindungen der vorliegenden Erfindung, die basische stickstoffhaltige Gruppen enthalten, lassen sich mit Mitteln wie (C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>) Alkylhalogeniden, z.B. Methyl-, Ethyl-, Isopropyl- und tert.-Butylchlorid, -bromid und -iodid; Di(C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>)Alkylsulfaten, z.B. Dimethyl-, Diethyl- und Diamylsulfat; (C<sub>10</sub>-C<sub>18</sub>)Alkylhalogeniden, z.B. Decyl-, Dodecyl-, Lauryl-, Myristyl- und Stearylchlorid, -bromid und -iodid; sowie Aryl-(C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>)Alkylhalogeniden, z.B. Benzylchlorid und Phenethylbromid, quarternisieren. Mit solchen Salzen können sowohl wasser- als auch öllösliche erfindungsgemäße Verbindungen hergestellt werden.

Zu den oben genannten pharmazeutischen Salzen, die bevorzugt sind, zählen Acetat, Besylat, Citrat, Fumarat, Gluconat, Hemisuccinat, Hippurat, Hydrochlorid, Hydrobromid, Isethionat, Mandelat, Meglumin, Nitrat, Oleat, Phosphonat, Pivalat, Natriumphosphat, Stearat, Sulfat, Sulfosalicylat, Tartrat, Thiomalat, Tosylat und Tromethamin, was jedoch keine Einschränkung darstellen soll.



Die Säureadditionssalze basischer Verbindungen der Formel I werden dadurch hergestellt, daß man die freie Basenform mit einer ausreichenden Menge der gewünschten Säure in Kontakt bringt, wodurch man auf übliche Weise das Salz darstellt. Die freie Base läßt sich durch In-Kontakt-Bringen der Salzform mit einer Base und Isolieren der freien Base auf übliche Weise regenerieren. Die freien Basenformen unterscheiden sich in gewissem Sinn von ihren entsprechenden Salzformen in bezug auf bestimmte physikalische Eigenschaften wie Löslichkeit in polaren Lösungsmitteln; im Rahmen der Erfindung entsprechen die Salze jedoch sonst ihren jeweiligen freien Basenformen.

Wie erwähnt werden die pharmazeutisch unbedenklichen Basenadditionssalze der Verbindungen der Formel I mit Metallen oder Aminen wie Alkalimetallen und Erdalkalimetallen oder organischen Aminen gebildet. Bevorzugte Metalle sind Natrium, Kalium, Magnesium und Calcium. Bevorzugte organische Amine sind N,N'-Dibenzylethylendiamin, Chlorprocain, Cholin, Diethanolamin, Ethylendiamin, N-Methyl-D-glucamin und Procain.

Die Basenadditionssalze von erfindungsgemäßen sauren Verbindungen werden dadurch hergestellt, daß man die freie Säureform mit einer ausreichenden Menge der gewünschten Base in Kontakt bringt, wodurch man das Salz auf übliche Weise darstellt. Die freie Säure läßt sich durch In-Kontakt-Bringen der Salzform mit einer Säure und Isolieren der freien Säure auf übliche Weise regenerieren. Die freien Säureformen unterscheiden sich in gewissem Sinn von ihren entsprechenden Salzformen in bezug auf bestimmte physikalische Eigenschaften wie Löslichkeit in polaren Lösungsmitteln; im Rahmen der Erfindung entsprechen die Salze jedoch sonst ihren jeweiligen freien Säureformen.

Enthält eine erfindungsgemäße Verbindung mehr als eine Gruppe, die solche pharmazeutisch unbedenklichen Salze bilden kann, so umfaßt die

Erfindung auch mehrfache Salze. Zu typischen mehrfachen Salzformen zählen zum Beispiel Bitartrat, Diacetat, Difumarat, Dimeglumin, Diphosphat, Dinatrium und Trihydrochlorid, was jedoch keine Einschränkung darstellen soll.

5

Im Hinblick auf das oben Gesagte sieht man, daß unter dem Ausdruck "pharmazeutisch unbedenkliches Salz" im vorliegenden Zusammenhang ein Wirkstoff zu verstehen ist, der eine Verbindung der Formel I in der Form eines ihrer Salze enthält, insbesondere dann, wenn diese Salzform dem Wirkstoff im Vergleich zu der freien Form des Wirkstoffs oder irgendeiner anderen Salzform des Wirkstoffs, die früher verwendet wurde, verbesserte pharmakokinetische Eigenschaften verleiht. Die pharmazeutisch unbedenkliche Salzform des Wirkstoffs kann auch diesem Wirkstoff erst eine gewünschte pharmakokinetische Eigenschaft verleihen, über die er früher nicht verfügt hat, und kann sogar die Pharmakodynamik dieses Wirkstoffs in bezug auf seine therapeutische Wirksamkeit im Körper positiv beeinflussen.

10

15

20

25

30

Zu den pharmakokinetischen Eigenschaften des Wirkstoffs, die günstig beeinflußt werden können, zählen z.B. die Art, wie dieser Wirkstoff durch Zellmembranen hindurch transportiert wird, was wiederum die Absorption, Verteilung, biologische Umwandlung und Exkretion dieses Wirkstoffs direkt und positiv beeinflussen kann. Obwohl der Verabreichungsweg der pharmazeutischen Zusammensetzung wichtig ist und verschiedene anatomische, physiologische und pathologische Aspekte die biologische Verfügbarkeit entscheidend beeinflussen können, hängt die Löslichkeit des Wirkstoffs üblicherweise von der Art seiner jeweiligen Salzform, die verwendet wird, ab. Weiterhin ist dem Fachmann deutlich, daß eine wäßrige Lösung des Wirkstoffs für die rascheste Absorption des Wirkstoffs in den Körper eines behandelten Patienten sorgt, während Lipidlösungen und -suspensionen sowie feste Dosierungsformen zu einer weniger raschen Absorption des Wirkstoffs führen.

Die orale Aufnahme eines Wirkstoffs der Formel I stellt aus Sicherheits-, Bequemlichkeits- und Sparsamkeitsgründen den am stärksten bevorzugten Verabreichungsweg dar, die Absorption einer derartigen oralen Dosierungsform kann jedoch durch physikalische Eigenschaften wie Polarität, durch Reizung der Magen-Darm-Schleimhaut hervorgerufenes Erbrechen, Abbau durch Verdauungsenzyme und niedrigen pH, ungleichmäßige Absorption oder Propulsion in Gegenwart von Nahrungsmitteln oder anderen Arzneistoffen sowie Stoffwechsel durch Enzyme der Schleimhaut, der Darmflora oder der Leber gestört werden. Die Formulierung des Wirkstoffs als unterschiedliche pharmazeutisch unbedenkliche Salzformen kann zur Überwindung oder Verringerung eines oder mehrerer der oben genannten Probleme im Zusammenhang mit der Absorption oraler Dosierungsformen wirksam sein.

Eine gemäß den hier beschriebenen Verfahren hergestellte Verbindung der Formel I läßt sich aus der Reaktionsmischung, in der sie endgültig hergestellt wird, auf jedem beliebigen üblichen Weg, mit dem der Chemiker auf dem Gebiet der organischen Synthese vertraut ist, abtrennen. Die abgetrennten Verbindungen lassen sich nach bekannten Verfahren reinigen. Für die Trennung und Reinigung lassen sich verschiedene Verfahren und Techniken verwenden, darunter z.B. Destillation, Umkristallisieren, Säulenchromatographie, Ionenaustauschchromatographie, Gelchromatographie, Affinitätschromatographie, präparative Dünnschichtchromatographie sowie Lösungsmittelextraktion.

#### Stereoisomere

Eine Verbindung, die der Formel I entspricht, kann dergestalt sein, daß die Atome, aus denen sie besteht, trotz identischer Verknüpfungen räumlich auf zwei oder mehr Wege angeordnet sein können. Diese Verbindung liegt infolgedessen in Form von Stereoisomeren vor. Cis-

trans-Isomerie ist nur eine Art der Stereoisomerie. Sind die Stereoisomere Bild und Spiegelbild, die nicht zur Deckung gebracht werden können, so handelt es sich um Enantiomere mit Chiralität oder Händigkeit, da ein oder mehrere asymmetrische Kohlenstoffatome in der sie bildenden Struktur vorliegen. Enantiomere sind optisch aktiv und daher unterscheidbar, da sie die Ebene von polarisiertem Licht gleich stark, jedoch in entgegengesetzte Richtungen drehen.

Liegen in einer Verbindung der Formel I zwei oder mehr asymmetrische Kohlenstoffatome vor, so existieren an jedem dieser Kohlenstoffatome zwei mögliche Konfigurationen. Liegen zwei asymmetrische Kohlenstoffatome vor, existieren zum Beispiel vier mögliche Stereoisomere. Weiterhin lassen sich diese vier möglichen Stereoisomere in sechs mögliche Stereoisomerenpaare einteilen, die sich voneinander unterscheiden. Ein Molekülpaar mit mehr als einem asymmetrischen Kohlenstoff muß an jedem asymmetrischen Kohlenstoff unterschiedliche Konfigurationen aufweisen, um als Enantiomere zu gelten. Diejenigen Paare, die sich nicht wie Enantiomere verhalten, weisen eine unterschiedliche stereochemische Beziehung auf, die als diastereomere Beziehung bezeichnet wird. Stereoisomere, die keine Enantiomere sind, werden als Diastereoisomere oder häufiger Diastereomere bezeichnet.

Alle diese gut bekannten Aspekte der Stereochemie der Verbindungen der Formel I werden als Teil der vorliegenden Erfindung betrachtet. Die vorliegende Erfindung umfaßt daher Verbindungen der Formel I, die Stereoisomere sind, und, falls es sich bei diesen um Enantiomere handelt, die einzelnen Enantiomere, racemische Mischungen dieser Enantiomere sowie künstliche, d.h. synthetische Mischungen, die Anteile dieser Enantiomere enthalten, die sich von den in einer racemischen Mischung beobachteten Anteilen dieser Enantiomere unterscheiden. Umfaßt eine Verbindung der Formel I Stereoisomere, bei denen es sich um Diastereomere handelt, so umfaßt diese Verbindung die einzelnen

Diastereomere sowie Mischungen von zwei oder mehr beliebigen dieser Diastereomeren in beliebigen Anteilen.

Zur Erläuterung soll folgendes dienen: existiert ein einziges asymmetrisches Kohlenstoffatom in einer Verbindung der Formel I, was zu ihren (-)(R)- und (+)(S)-Enantiomeren führt, so umfaßt diese Verbindung alle ihrer pharmazeutisch unbedenklichen Salzformen, Prodrugs und Metaboliten, die therapeutisch wirksam und nützlich zur Behandlung der bzw. Vorbeugung gegen die im weiteren Text beschriebenen Erkrankungen und Leiden sind. Liegt eine Verbindung der Formel I in Form von (-)(R)- und (+)(S)-Enantiomeren vor, so umfaßt diese Verbindung auch das (+)(S)-Enantiomer allein oder das (-)(R)-Enantiomer allein, wenn die therapeutische Wirksamkeit insgesamt, im wesentlichen oder hauptsächlich in nur einem dieser Enantiomere vorliegt bzw. wenn unerwünschte Nebenwirkungen in nur einem dieser Enantiomere vorliegen. Falls zwischen den biologischen Eigenschaften der beiden Enantiomere im wesentlichen kein Unterschied existiert, so umfaßt diese Verbindung der Formel I weiterhin das (+)(S)-Enantiomer und das (-)(R)-Enantiomer gemeinsam als racemische Mischung oder nichtracemische Mischung in einem beliebigen Verhältnis von entsprechenden Anteilen.

Die spezifischen biologischen Wirkungen bzw. physikalischen und chemischen Eigenschaften eines Paares oder Satzes von Enantiomeren einer Verbindung der Formel I – falls vorhanden – können zum Beispiel zur Bildung eines therapeutischen Endprodukts die Verwendung dieser Enantiomere in bestimmten Verhältnissen nahelegen. Zur Veranschaulichung soll folgendes dienen: falls ein Enantiomerenpaar existiert, können die Enantiomere in Verhältnissen wie 90% (R) - 10% (S), 80% (R) - 20% (S), 70% (R) - 30% (S), 60% (R) - 40% (S), 50% (R) - 50% (S), 40% (R) - 60% (S), 30% (R) - 70% (S), 20% (R) - 80% (S) und 10% (R) - 90% (S) verwendet werden. Nach der Auswertung der Eigenschaften der

verschiedenen Enantiomeren einer Verbindung der Formel I – falls solche existieren – läßt sich die entsprechende Menge eines oder mehrerer dieser Enantiomere mit bestimmten erwünschten Eigenschaften, die das therapeutische Endprodukt bilden, auf einfache Weise ermittelt werden.

5

### Isotope

10

Es ist weiterhin vorgesehen, daß eine Verbindung der Formel I isoto-  
penmarkierte Formen davon umfaßt. Eine isoto-  
penmarkierte Form einer  
Verbindung der Formel I ist mit dieser Verbindung bis auf die Tatsache,  
daß eines oder mehrere Atome der Verbindung durch ein Atom bzw.  
Atome mit einer Atommasse oder Massenzahl ersetzt wurden, die sich  
von der Atommasse oder Massenzahl des Atoms, das üblicherweise  
natürlich vorkommt, unterscheidet, identisch. Zu den Isotopen, die leicht  
im Handel erhältlich sind und in eine Verbindung der Formel I nach gut

15

bekannten Verfahren eingebaut werden können, zählen zum Beispiel  
Isotope von Wasserstoff, Kohlenstoff, Stickstoff, Sauerstoff, Phosphor,  
Fluor und Chlor, z.B.  $^2\text{H}$ ,  $^3\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$ ,  $^{14}\text{C}$ ,  $^{15}\text{N}$ ,  $^{18}\text{O}$ ,  $^{17}\text{O}$ ,  $^{31}\text{P}$ ,  $^{32}\text{P}$ ,  $^{35}\text{S}$ ,  $^{18}\text{F}$  bzw.  
 $^{36}\text{Cl}$ . Eine Verbindung der Formel I, eines ihrer Prodrugs oder jeweils ein

20

pharmazeutisch unbedenkliches Salz davon, die eines oder mehrere der  
oben genannten Isotope und/oder andere Isotope von anderen Atomen  
enthält, ist als Bestandteil der vorliegenden Erfindung vorgesehen. Eine  
isoto-  
penmarkierte Verbindung der Formel I läßt sich auf vielerlei nützliche

25

Art verwenden. Zum Beispiel eignet sich eine isoto-  
penmarkierte  
Verbindung der Formel I, in die z.B. ein Radioisotop wie  $^3\text{H}$  oder  $^{14}\text{C}$   
eingebaut worden ist, für Assays zur Verteilung des Arzneistoffs und/oder  
Substratgewebes. Diese Radioisotope, d.h. Tritium ( $^3\text{H}$ ) und Kohlenstoff-  
14 ( $^{14}\text{C}$ ), sind aufgrund ihrer einfachen Herstellung und ausgezeichneten  
Nachweisbarkeit besonders bevorzugt. Der Einbau schwererer Isotope,  
z.B. Deuterium ( $^2\text{H}$ ), in eine Verbindung der Formel I weist therapeutische

30

Vorteile aufgrund der höheren Stabilität dieser isoto-  
penmarkierten  
Verbindung im Metabolismus auf. Höhere Stabilität in Metabolismus  
bedeutet unmittelbar eine erhöhte Halbwertszeit in vivo oder niedrigere

Dosierungen, was unter den meisten Umständen eine bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellen würde. Eine isotopenmarkierte Verbindung der Formel I läßt sich üblicherweise durch Durchführung der in den Syntheschemata und der damit in Zusammenhang stehenden Beschreibung, im Beispielteil und im Herstellungsteil im vorliegenden Text offenbarten Vorgehensweisen herstellen, wobei ein nicht isotopenmarkierter Reaktionspartner durch einen leicht verfügbaren isotopenmarkierten Reaktionspartner ersetzt wird.

Zur Manipulation des oxidativen Metabolismus der Verbindung über den primären kinetischen Isotopeneffekt kann auch Deuterium ( $^2\text{H}$ ) in eine Verbindung der Formel I eingebaut werden. Beim primären kinetischen Isotopeneffekt handelt es sich um eine Veränderung der Geschwindigkeit einer chemischen Reaktion aufgrund des Austausches isotopischer Kerne, was wiederum durch die Änderung der für die Bildung kovalenter Bindungen im Anschluß an diesen isotopischen Austausch erforderlichen Grundzustandsenergien verursacht wird. Der Austausch eines schwereren Isotops führt üblicherweise zu einer Erniedrigung der Grundzustandsenergie für eine chemische Bindung und verursacht so eine Verringerung der Geschwindigkeit bei einem geschwindigkeits-limitierenden Bindungsbruch. Findet der Bindungsbruch an bzw. in der Nähe einer Sattelpunktregion entlang der Koordinate einer Reaktion mit mehreren Produkten statt, so können sich die Produktverteilungsverhältnisse stark ändern. Zur Erläuterung: Wird Deuterium an ein Kohlenstoffatom in einer nichtaustauschbaren Position gebunden, so sind Geschwindigkeitsunterschiede von  $k_M/k_D = 2-7$  typisch. Wird dieser Geschwindigkeitsunterschied erfolgreich auf eine oxidationsanfällige Verbindung der Formel I angewandt, so kann sich dadurch das Profil dieser Verbindung in vivo drastisch ändern und zu verbesserten pharmakokinetischen Eigenschaften führen.

Bei der Entdeckung und Entwicklung von Therapeutika versucht der Fachmann, pharmakokinetische Parameter zu optimieren und gleichzeitig wünschenswerte In-vitro-Eigenschaften beizubehalten. Man kann vernünftig annehmen, daß viele Verbindungen mit schlechten pharmakokinetischen Profilen gegenüber dem oxidativen Metabolismus anfällig sind. Aus derzeitig verfügbaren In-vitro-Assays mit Lebermikrosomen erhält man wertvolle Informationen über den Verlauf dieses oxidativen Metabolismus, aufgrund dessen wiederum deuterierte Verbindungen der Formel I mit einer verbesserten Stabilität durch Resistenz gegenüber einem derartigen oxidativen Metabolismus rational gestaltet werden können. So gelangt man zu wesentlichen Verbesserungen der pharmakokinetischen Profile der Verbindungen der Formel I, die sich quantitativ als erhöhte In-vivo-Halbwertszeit ( $T/2$ ), Konzentration bei maximaler therapeutischer Wirkung ( $C_{max}$ ), Fläche unter der Dosis-Wirkungskurve (AUC) sowie F und als verringerte Clearance, Dosis und Materialkosten ausdrücken lassen.

Zur Veranschaulichung des Obigen soll folgendes dienen: eine Verbindung der Formel I mit mehrfachen potentiellen Angriffsstellen für den oxidativen Metabolismus, z.B. Wasserstoffatome an einem Benzylrest und Wasserstoffatome, die an ein Stickstoffatom gebunden sind, wird als Reihe von Analogen hergestellt, in denen verschiedene Kombinationen von Wasserstoffatomen durch Deuteriumatome ersetzt werden, so daß einige, die meisten oder alle dieser Wasserstoffatome durch Deuteriumatome ersetzt sind. Durch Bestimmungen der Halbwertszeit gelangt man zu einer günstigen und genauen Bestimmung, wie sehr sich die Verbesserung der Widerstandsfähigkeit gegenüber oxidativen Metabolismen verbessert hat. Auf diese Weise wird bestimmt, daß aufgrund eines derartigen Austausches von Wasserstoff gegen Deuterium die Halbwertszeit der Ausgangsverbindung um bis zu 100% verlängert werden kann.



Der Austausch von Wasserstoff gegen Deuterium in einer Verbindung der Formel I läßt sich auch dazu verwenden, um zu einer günstigen Änderung des Stoffwechselproduktspektrums der Ausgangsverbindung zwecks Verringerung oder Ausschluß von unerwünschten toxischen

5 Stoffwechselprodukten zu gelangen. Entsteht zum Beispiel ein toxisches Stoffwechselprodukt aufgrund der Spaltung einer oxidativen Kohlenstoff-Wasserstoff (C-H)-Bindung kann vernünftigerweise angenommen werden, daß das deuterierte Analog die Produktion des unerwünschten Stoffwechselprodukts wesentlich verringert oder ausschließt, sogar dann, wenn es sich bei der jeweiligen Oxidation nicht um einen geschwindigkeitsbestimmenden Schritt handelt. Weitere Informationen zum Stand der Technik in bezug auf den Austausch von Wasserstoff gegen Deuterium finden sich z.B. bei Hanzlik et al., J. Org. Chem. **55**, 3992-3997, 1990, Reider et al., J. Org. Chem. **52**, 3326-3334, 1987, 10 Foster, Adv. Drug Res. **14**, 1-40, 1985, Gillette et al., Biochemistry **33**(10), 2927-2937, 1994, und Jarman et al., Carcinogenesis **16**(4), 683-688, 15 1993.

### Therapeutische Anwendungen

20 Die Erfindung betrifft weiterhin die Verwendung von Verbindungen der Formel I zur Behandlung von Myocarderkrankungen.

Koronare Herzerkrankungen stellen die häufigste Todesursache in der westlichen Welt dar. Bei einem kritisch verengten Herzkranzgefäß kann ein reduzierter Blutstrom zu Myokardischämie führen. Wird mit einer 25 Reperfusion begonnen, so führt dies je nach der Schwere des vorangegangenen Ischämieschubs zu einer reversiblen oder nichtreversiblen Schädigung des Myokards, die durch langandauernde Depression oder den irreversiblen Verlust der Kontraktionsfähigkeit gekennzeichnet ist. Je 30 nach der Größe der betroffenen Myokardregion kann es zu einem akuten oder chronischen Herzversagen kommen.

Ein besonderes klinisches Problem bei dem oben beschriebenen Fall ist die Entstehung einer Restenose nach anfänglich erfolgreicher Reperfusion durch PTKA, auch nach Implantation eines Stents, nach Thrombolyse oder nach Transplantation eines aorto-koronaren Bypasses. Aus experimentellen Tierversuchen wie klinischen Versuchen gibt es Hinweise, daß bei den verschiedenen oben genannten Herzerkrankungen, d.h. koronare Herzerkrankung selbst, reversible oder irreversible Myokardischämie/Reperfusionsschädigung, akutes oder chronisches Herzversagen und Restenose, darunter auch In-Stent-Restenose und Stent-in-Stent-Restenose, Entzündungsvorgänge eine zufällige Rolle spielen. An diesen Entzündungsvorgängen sind existierende sowie einwandernde Makrophagen sowie Neutrophile und TH<sub>1</sub>- und TH<sub>2</sub>-Helferzellen beteiligt. Diese Leukozytenreaktion führt zu dem charakteristischen Cytokinmuster, an dem TNF- $\alpha$ , IL-1 $\beta$ , IL-2 und IL-6 sowie IL-10 und IL-13 beteiligt sind (Pulkki KJ: Cytokines and cardiomyocyte death. Ann. Med. 1997 29: 339-343.

Birks EJ, Yacoub MH: The role of nitric oxide and cytokines in heart failure. Coron.Artery.Dis. 1997 8: 389-402).

Die Bildung dieser Spezies wurde an menschlichen Patienten mit Myokardischämie nachgewiesen. Im Tiermodell zeigt sich, daß die Cytokinproduktion der Einwanderung peripherer Makrophagen und Neutrophilen korreliert ist, wodurch die Schädigung in das noch intakte Myokard verschleppt werden kann.

Der wichtigste Faktor bei der Cytokinantwort ist jedoch TNF- $\alpha$ , der entzündliche und pro-apoptotische Reaktionen vereinigt und außerdem eine direkte negativ-ionotrope Wirkung auf die Herzmyozyten ausübt. (Ceconi C, Curello S, Bachetti T, Corti A, Ferrari R: Tumor necrosis factor in congestive heart failure: a mechanism of disease for the new millennium? Prog.Cardiovasc.Dis. 1998 41: 25-30.

Mann DL: The effect of tumor necrosis factor-alpha on cardiac structure and function: a tale of two cytokines. *J.Card.Fail.* **1996** 2: S165-S172.  
Squadrito F, Altavilla D, Zingarelli B, et al.: Tumor necrosis factor involvement in myocardial ischaemia-reperfusion injury. *Eur.J.Pharmacol.* **1993** 237: 223-230).

An Tiermodellen des Myokardinfarkts wurde gezeigt, daß TNF- $\alpha$  während der Reperfusionsphase rasch freigesetzt wird (Herskowitz A, Choi S, Ansari AA, Wesselingh S: Cytokine mRNA expression in postischemic/reperfused myocardium. *Am.J.Pathol.* **1995** 146: 419-428) und daß die Schutzwirkungen von Arzneistoffen wie Dexamethason (Arras M, Strasser R, Mohri M, et al.: Tumor necrosis factor-alpha is expressed by monocytes/macrophages following cardiac microembolization and is antagonized by cyclosporine. *Basic.Res.Cardiol.* **1998** 93: 97-107), Cyclosporin A (Arras M, Strasser R, Mohri M, et al.: Tumor necrosis factor-alpha is expressed by monocytes/macrophages following cardiac microembolization and is antagonized by cyclosporine. *Basic.Res.Cardiol.* **1998** 93: 97-107).

Squadrito F, Altavilla D, Squadrito G, et al.: Cyclosporin-A reduces leukocyte accumulation and protects against myocardial ischaemia reperfusion injury in rats. *Eur.J.Pharmacol.* **1999** 364: 159-168) oder Clorichromen (Squadrito F, Altavilla D, Zingarelli B, et al.: The effect of cloricromene, a coumarine derivate, on leukocyte accumulation, myocardial necrosis and TNF-alpha production in myocardial ischaemia-reperfusion injury. *Life Sci.* **1993** 53: 341-355) mit einer Verringerung von zirkulierendem TNF-  $\alpha$  einhergehen.

PDE VII-Inhibitoren der Formel I sind wirksame Antagonisten der Makrophagen- und T-Zellen-Cytokinproduktion. Sie hemmen außerdem die Proliferation von T-Zellen. Die Hemmung von PDE VII kann daher eine günstige Wirkung bei denjenigen Myokarderkrankungen, bei denen

ein kausaler Zusammenhang mit der Cytokinproduktion und mit entzündlichen Vorgängen besteht, ausüben.

5 Das Ziel der Erfindung bestand darin, neue Verwendungsmöglichkeiten von Verbindungen mit wertvollen Eigenschaften zu entdecken, insbesondere von denjenigen, die zur Herstellung von Arzneimitteln verwendet werden können.

10 Es wurde gefunden, daß die Verbindungen der Formel I und ihre Salze äußerst wertvolle pharmakologische Eigenschaften mit guter Verträglichkeit zur Behandlung von Myokardkrankungen in sich vereinigen.

15 Die Erfindung sieht vorzugsweise die Verwendung der Verbindungen der Formel I zur Herstellung eines Arzneimittels zur Behandlung von Myokardkrankungen vor, wobei diese Myokardkrankungen entzündliche und immunologische Merkmale aufweisen.

20 Am stärksten bevorzugt sieht die Erfindung die Verwendung der Verbindungen der Formel I zur Herstellung eines Arzneimittels zur Behandlung von koronaren Herzerkrankungen, reversibler oder irreversibler Myokardischämie/Reperfusionsschädigung, akutem oder chronischem Herzversagen und Restenose, darunter auch In-Stent-Restenose und Stent-in-Stent-Restenose, vor.

25 Bevorzugt sieht die Erfindung die Verwendung der Verbindungen der Formel I zur Herstellung eines Arzneimittels zur Behandlung oder Vorbeugung von einer oder mehreren aus der Gruppe der folgenden Erkrankungen, krankhaften Störungen und Leiden vor:

30 Asthma jeglicher Art, Ätiologie oder Pathogenese, oder Asthma aus der Gruppe atopisches Asthma, nichtatopisches Asthma, allergisches Asthma, IgE-vermitteltes atopisches Asthma, Bronchialasthma,

essentielles Asthma, Primärasthma, durch pathophysiologische Störungen hervorgerufenen endogenes Asthma, durch Umweltfaktoren hervorgerufenen exogenes Asthma, essentielles Asthma unbekannter oder inapparenter Ursache, nichtatopisches Asthma, bronchitisches Asthma, emphysematöses Asthma, durch Belastung induziertes Asthma, Berufsasthma, durch Bakterien-, Pilz-, Protozoen- oder Virusinfektion hervorgerufenen infektaergisches Asthma, nichtallergisches Asthma, inzipientes Asthma, "wheezy infant syndrome";

10. chronische oder akute Bronchokonstriktion, chronische Bronchitis, Obstruktion der kleinen Atemwege sowie Emphysem;

obstruktive oder entzündliche Atemwegserkrankung jeglicher Art, Ätiologie oder Pathogenese; oder eine obstruktive oder entzündliche Atemwegserkrankung aus der Gruppe Asthma; Staublunge, chronische eosinophile Pneumonie; chronischer obstruktive pulmonaler Krankheit (COPD); COPD inklusive chronische Bronchitis, Lungenemphysem oder damit assoziierte Atemnot, durch irreversible, fortschreitende Obstruktion der Atemwege gekennzeichnete COPD, Schocklunge (adult respiratory distress syndrome; ARDS) sowie Verschärfung der Überempfindlichkeit der Atemwege aufgrund Therapie mit anderen Arzneistoffen;

Staublunge jeglicher Art, Ätiologie oder Pathogenese, oder Staublunge aus der Gruppe Aluminose oder Aluminiumstaublunge, Anthrakose (-Asthma), Asbestose oder Asbeststaublunge, Chalikose oder Kalkstaublunge, durch Einatmen von Straußenfedernstaub verursachte Ptilose, durch Einatmung von Eisenteilchen verursachte Siderose, Silikose oder Steinstaublunge, Byssinose oder Baumwollstaubpneumokoniose sowie Talkpneumokoniose;

30

Bronchitis jeglicher Art, Ätiologie oder Pathogenese, oder Bronchitis aus der Gruppe akute Bronchitis, akute laryngotracheale

Bronchitis, durch Erdnüsse ausgelöste Bronchitis, Bronchialkatarrh, kruppöse Bronchitis, Bronchitis ohne Auswurf, infektiöse Asthma-bronchitis, Bronchitis mit Auswurf, Staphylokokken- oder Streptokokken-bronchitis; sowie Vesikulärbronchitis;

5

Bronchiektasie jeglicher Art, Ätiologie oder Pathogenese; oder Bronchiektasie aus der Gruppe zylindrische Bronchiektasie, sackförmige Bronchiektasie, spindelförmige Bronchiektasie, Bronchiolendilatation, zystische Bronchiektasie, Bronchiektasie ohne Auswurf, sowie follikuläre Bronchiektasie;

10

jahreszeitlich bedingte allergische Rhinitis, perenniale allergische Rhinitis, oder Sinusitis jeglicher Art, Ätiologie oder Pathogenese, oder Sinusitis aus der Gruppe eitriger oder nichteitriger Sinusitis; akute oder chronische Sinusitis, Ethmoiditis, Stirnhöhlenentzündung, Kieferhöhlenentzündung oder Sphenoiditis;

15

rheumatoide Arthritis jeglicher Art, Ätiologie oder Pathogenese; oder rheumatoide Arthritis aus der Gruppe akute Arthritis, akute Gichtarthritis, primär-chronische Polyarthritis, Osteoarthritis, Infektarthritis, Lyme-Arthritis, progrediente Arthritis, Arthritis psoriatica, sowie Spondylarthritis;

20

Gicht sowie mit Entzündung assoziiertes Fieber bzw. mit Entzündung assoziierter Schmerz;

25

eine mit Eosinophilen in Zusammenhang stehende krankhafte Störung jeglicher Art, Ätiologie oder Pathogenese, oder eine mit Eosinophilen in Zusammenhang stehende krankhafte Störung aus der Gruppe Eosinophilie, eosinophiles Lungeninfiltrat, Löffler-Syndrom, chronische eosinophile Pneumonie, tropische Lungeneosinophilie, bronchopneumonische Aspergillose, Aspergillom, eosinophiles Granulom,

30

allergische granulomatöse Angiitis bzw. Churg-Strauss-Syndrom,  
Polyarteriitis nodosa (PAN), sowie systemische Vasculitis necroticans;

5 atopische Dermatitis, allergische Dermatitis, oder allergisches  
oder atopisches Ekzem;

10 Nesselsucht jeglicher Art, Ätiologie oder Pathogenese, oder  
Nesselsucht aus der Gruppe immunbedingte Nesselsucht, Komplement-  
bedingte Nesselsucht, durch Nesselsucht auslösendes Material induzierte  
Nesselsucht, durch physikalische Reize ausgelöste Nesselsucht, durch  
Streß ausgelöste Nesselsucht, idiopathische Nesselsucht, akute  
Nesselsucht, chronische Nesselsucht, angioneurotisches Ödem, Urticaria  
cholinergica, Kälteurtikaria in ihrer autosomal-dominanten Form oder in  
ihrer erworbenen Form, Kontakturtikaria, Urticaria gigantea sowie  
15 Papelurtikaria;

20 Konjunktivitis jeglicher Art, Ätiologie oder Pathogenese, oder  
Konjunktivitis aus der Gruppe Conjunctivitis actinica, akute katarrhalische  
Konjunktivitis, akute contagiöse Konjunktivitis, allergische Konjunktivitis,  
atopische Konjunktivitis, chronische katarrhalische Konjunktivitis, eitrige  
Konjunktivitis sowie Frühjahrsconjunktivitis;

25 Uveitis jeglicher Art, Ätiologie oder Pathogenese oder Uveitis aus  
der Gruppe Entzündung der ganzen Uvea oder eines Teils davon, Uveitis  
anterior, Iritis, Cyclitis, Iridocyclitis, granulomatöse Uveitis,  
nichtgranulomatöse Uveitis, phakoantigene Uveitis, Uveitis posterior,  
Choroiditis sowie Chorioretinitis;

30 Schuppenflechte;

multiple Sklerose jeglicher Art, Ätiologie oder Pathogenese, oder  
multiple Sklerose aus der Gruppe primär progrediente multiple Sklerose

sowie multiple Sklerose mit schubweisem Verlauf und Neigung zu Remissionen;

Autoimmun-/Entzündungserkrankungen jeglicher Art, Ätiologie  
oder Pathogenese, oder eine Autoimmun-/Entzündungserkrankung aus  
der Gruppe autoimmunhämatologische Störungen, hämolytische Anämie,  
aplastische Anämie, aregenerative Anämie, idiopathische  
thrombozytopenie Purpura, systemischer Lupus erythematosus,  
Polychondritis, Skleroderm, Wegener-Granulomatose, Lichtkrankheit,  
chronisch-aktive Hepatitis, Myasthenia gravis, Stevens-Johnson-  
Syndrom, idiopathische Sprue, Autoimmun-Reizkolonerkrankungen,  
Colitis ulcerosa, Morbus Crohn, endokrine Opthamopathy, Basedow-  
Krankheit, Sarkoidose, Alveolitis, chronische Hypersensitivitäts-  
pneumonitis, primär biliäre Zirrhose, Insulinmangeldiabetes oder Typ 1  
Diabetes mellitus, Uveitis anterior, granulomatöse Uveitis oder Uveitis  
posterior, Keratoconjunctivitis sicca, Keratoconjunctivitis epidemica,  
(diffuse) interstitielle Lungenfibrose, Lungenzirrhose, Mukoviszidose,  
Arthritis psoriatica, Glomerulonephritis mit und ohne Nephrose, akute  
Glomerulonephritis, idiopathische Nephrose, Minimal-Change-  
Nephropathie, entzündliche/ hyperproliferative Hauterkrankungen,  
Schuppenflechte, atopische Dermatitis, Kontaktdermatitis, allergische  
Kontaktdermatitis, familiärer gutartiger Pemphigus, Pemphigus  
erythematosus, Pemphigus foliaceus sowie Pemphigus vulgaris;

Vorbeugung einer Fremdtransplantatabstoßung nach  
Organtransplantation,

Reizdarm (inflammatory bowel disease, IBD) jeglicher Art,  
Ätiologie oder Pathogenese, oder Reizdarm aus der Gruppe ulzerative  
Kolitis (UC), kollagenöse Kolitis, Colitis polyposa, transmurale Kolitis  
sowie Morbus Crohn (CD);



septischer Schock jeglicher Art, Ätiologie oder Pathogenese, oder septischer Schock aus der Gruppe Nierenversagen, akutes Nierenversagen, Kachexie, Malariakachexie, hypophysäre Kachexie, uremämische Kachexie, Herzkachexie, Cachexia suprarenalis bzw. Addison-Krankheit, karzinomatöse Kachexie sowie Kachexie auf Grund von Infektion durch Human Immunodeficiency Virus (HIV);

Leberschädigung;

10 pulmonaler Hochdruck sowie durch Sauerstoffmangel hervorgerufener pulmonaler Hochdruck;

Knochenschwunderkrankungen, primäre Osteoporose und sekundäre Osteoporose;

15

krankhafte Störungen des Zentralnervensystems jeglicher Art, Ätiologie oder Pathogenese, oder eine krankhafte Störung des Zentralnervensystems aus der Gruppe Depression, Morbus Parkinson, Lern- und Gedächtnisstörungen, tardive Dyskinesie, Drogenabhängigkeit, arteriosklerotische Demenz, sowie Demenz als Begleiterscheinung von Chorea Huntington, Morbus Wilson, Paralysis agitans sowie Thalamusatrophien;

20

Infektionen, insbesondere Virusinfektionen, wobei diese Viren die Produktion von TNF- $\alpha$  in ihrem Wirt erhöhen oder wobei diese Viren gegenüber Hinaufregulierung von TNF- $\alpha$  in ihrem Wirt empfindlich sind, so daß ihre Replikation oder andere wichtigen Aktivitäten behindert werden, darunter Viren aus der Gruppe HIV-1, HIV-2 und HIV-3, Zytomegalievirus, CMV; Grippe, Adenoviren und Herpesviren, darunter Herpes zoster und Herpes simplex;

25

30

Hefe- und Pilzinfektionen, wobei diese Hefen und Pilze gegenüber Hinaufregulierung durch TNF- $\alpha$  empfindlich sind oder die TNF- $\alpha$ -Produktion in ihrem Wirt auslösen, z.B. Pilzmeningitis, insbesondere bei gemeinsamer Verabreichung mit anderen Arzneistoffen der Wahl zur Behandlung systemischer Hefe- und Pilzinfektionen, darunter den Polymycinen, z.B. Polymycin B, Imidazolen, z.B. Clotrimazol, Econazol, Miconazol und Ketoconazol, den Triazolen, z.B. Fluconazol und Itranazol, sowie den Amphotericinen, z.B. Amphotericin B und liposomales Amphotericin B, was jedoch keine Einschränkung darstellen soll.

Ischämie-Reperfusionsschädigung, Autoimmundiabetes, retinale Autoimmunität, chronische lymphozytische Leukämie, HIV-Infektionen, Lupus erythematosus, Nieren- und Harnleitererkrankungen, krankhafte Urogenital- und Gastrointestinalstörungen, sowie Prostataerkrankungen.

Insbesondere eignen sich Verbindungen der Formel I zur Behandlung von (1) Entzündungserkrankungen und -leiden inklusive Gelenkentzündung, rheumatoide Arthritis, rheumatoide Spondylitis, Osteoarthritis, Reizdarm, ulzerative Kolitis, chronische Glomerulonephritis, Dermatitis sowie Morbus Crohn, (2) Erkrankungen und Leiden der Atemwege, inklusive Asthma, Schocklunge, chronische Pulmonitis, Bronchitis, chronische obstruktive Atemwegerkrankung sowie Silikose, (3) Infektionskrankheiten und -leiden inklusive Sepsis, septischer Schock, endotoxischer Schock, gramnegative Sepsis, toxisches Schocksyndrom, durch Bakterien-, Virus- oder Pilzinfektionen hervorgerufenen Fieber bzw. Myalgie, sowie Grippe; (4) Immunerkrankungen und -leiden inklusive Autoimmundiabetes, systemischer Lupus erythematosus, GvH-Reaktion, Abstoßung von Fremdtransplantaten, multiple Sklerose, Schuppenflechte und allergische Rhinitis, sowie (5) weitere Erkrankungen und Leiden inklusive Knochenresorptionserkrankungen, Reperfusionsschädigung, sekundäre Kachexie aufgrund Infektion oder Malignität, sekundäre Kachexie

aufgrund AIDS, Infektion mit Human Immune Deficiency Virus (HIV), oder AIDS-related-Complex (ARC), Keloidbildung, Narbengewebsbildung, Typ 1 Diabetes mellitus sowie Leukämie.

- 5 Die vorliegende Erfindung betrifft weiterhin die Kombination einer Verbindung der Formel I zusammen mit einer oder mehreren Mitgliedern der folgenden Gruppe:
- (a) Leukotrien-Biosyntheseinhibitoren: 5-Lipoxygenase (5-LO)-Inhibitoren und Antagonisten des 5-Lipoxygenase-aktivierenden Proteins (FLAP) aus
- 10 der Gruppe Zileuton, ABT-761, Fenleuton, Tepoxalin, Abbott-79175, Abbott-85761, N-(5-substituierte) Thiophen-2-alkylsulfonamide, 2,6-di-tert.-Butylphenolhydrazone, die Klasse der Methoxytetrahydropyrane, darunter Zeneca ZD-2138, die Verbindung SB-210661 und die Klasse, zu der sie gehört, die Klasse der pyridinylsubstituierten 2-Cyannaphthalin-
- 15 Verbindungen, darunter L 739,010, die Klasse der 2-Cyanchinolin-Verbindungen, darunter L-746,530, die Klassen der Indol- und Chinolinverbindungen, darunter MK-591, MK-886 und BAY x 1005; (b) Rezeptorantagonisten für die Leukotriene LTB<sub>4</sub>, LTC<sub>4</sub>, LTD<sub>4</sub> und LTE<sub>4</sub> aus der Gruppe der Klasse der Phenothiazin-3-on-Verbindungen,
- 20 darunter L-651,392, der Klasse der Amidinoverbindungen, darunter CGS-25019c, der Klasse der Benzoxaolamine, darunter Ontazolast, der Klasse der Benzolcarboximidamide, darunter BIIL 284/260, sowie der Verbindungsklassen, zu denen Zafirlukast, Ablukast, Montelukast, Pranlukast, Verlukast (MK-679), RG-12525, Ro-245913, Iralukast (CGP
- 25 45715A) und BAY x 7195 gehören; (c) PDE IV-Inhibitoren; (d) 5-Lipoxygenase-Inhibitoren (5-LO); oder Antagonisten des 5-Lipoxygenase-aktivierenden Proteins (FLAP); (e) Doppelinhibitoren der 5-Lipoxygenase (5-LO) und Antagonisten des blutplättchenaktivierenden Faktors (platelet activating factor PAF); (f) Leukotrienantagonisten (LTRAs) darunter LTB<sub>4</sub>,
- 30 LTC<sub>4</sub>, LTD<sub>4</sub> und LTE<sub>4</sub>-Antagonisten; (g) Antihistamin-H<sub>1</sub>-Rezeptorantagonisten, darunter Cetirizin, Loratadin, Desloratadin, Fexofenadin, Astemizol, Azelastin und Chlorpheniramin; (h)

gastroprotektive H<sub>2</sub>-Rezeptorantagonisten; (i) oral oder topisch verabreichte  $\alpha_1$ - und  $\alpha_2$ -Adrenorezeptor-Agonist-Vasokonstriktor-Sympathomimetika zur Schleimhautabschwellung, darunter Propylhexedrin, Phenylephrin, Phenylpropanolamin, Pseudoephedrin, Naphazolinhydrochlorid, Oxymetazolinhydrochlorid, Tetrahydrozolinhydrochlorid, Xylometazolinhydrochlorid sowie Ethylnorepinephrinhydrochlorid; j)  $\alpha_1$ - und  $\alpha_2$ -Adrenorezeptoragonisten in Kombination mit Inhibitoren der 5-Lipoxygenase (5-LO); (k) Anticholinergika, darunter Ipratropiumbromid, Tiotropiumbromid, Oxitropiumbromid, Pirenzepin sowie Telenzepin; (l)  $\beta_1$ - bis  $\beta_4$ -Adrenorezeptoragonisten, darunter Metaproterenol, Isoproterenol, Isoprenalin, Albuterol, Salbutamol, Formoterol, Salmeterol, Terbutalin, Orciprenalin, Bitolterolmesylat und Pirbuterol; (m) Methylxanthanine, darunter Theophyllin und Aminophyllin; (n) Natriumcromoglycat; (o) Muscarinrezeptor (M1, M2 und M3)-Antagonisten; (p) COX-1-Inhibitoren (NSAIDs); COX-2-selektive Inhibitoren, darunter Rofecoxib, sowie Stickoxid-NSAIDs; (q) Mimetika des insulinähnlichen Wachstumsfaktors Typ I (IGF-1); (r) Ciclesonid; (s) Inhalations-Glucokortikoide mit verringerten systemischen Nebenwirkungen, darunter Prednison, Prednisolon, Flunisolid, Triamcinolonacetonid, Beclomethasondipropionat, Budesonid, Fluticasonpropionat sowie Mometasonfuroat; (t) Tryptaseinhibitoren; (u) Antagonisten des blutplättchenaktivierenden Faktors (PAF); (v) monoklonale Antikörper gegen endogene entzündliche Körper; (w) IPL 576; (x) Anti-Tumor Nekrose Faktor (TNF $\alpha$ )-Mittel, darunter Etanercept, Infliximab und D2E7; (y) DMARDs, darunter Leflunomid; (z) TCR-Peptide; (aa) Inhibitoren des interleukinumwandelnden Enzyms (interleukin converting enzyme, ICE); (bb) IMPDH-Inhibitoren; (cc) Adhäsionsmolekülinhibitoren, darunter VLA-4-Antagonisten; (dd) Kathepsine; (ee) MAP-Kinaseinhibitoren; (ff) Glucose-6-phosphat-dehydrogenase-Inhibitoren; (gg) Kinin-B<sub>1</sub>- und -B<sub>2</sub>-Rezeptor-Antagonisten; (hh) Gold in Form einer Aurothiogruppe zusammen mit verschiedenen hydrophilen Gruppen; (ii) Immunsuppressiva, z.B.

Cyclosporin, Azathioprin und Methotrexat; (jj) Mittel gegen Gicht, z.B. Kolchizin; (kk) Xanthinoxidaseinhibitoren z.B. Allopurinol; (ll) Urikosurika z.B. Probenecid, Sulfinpyrazon und Benzbromaron; (mm) Antineoplastica, insbesondere antimitotische Arzneistoffe, darunter die Vinca-Alkaloide wie Vinblastin und Vincristin; (nn) Mittel zur Förderung der Wachstumshormonsekretion; (oo) Inhibitoren der Matrixmetalloproteasen (MMPs), d.h. die Stromelysine, Kollagenasen und Gelatinasen sowie Aggrecanase, insbesondere Kollagenase-1 (MMP-1), Kollagenase-2 (MMP-8), Kollagenase-3 (MMP-13), Stromelysin-1 (MMP-3), Stromelysin-2 (MMP-10) und Stromelysin-3 (MMP-11); (pp) "transforming growth factor" (TGF $\beta$ ); (qq) "platelet-derived growth factor" (PDGF); (rr) Fibroblasten-Wachstumsfaktor, z.B. "basic fibroblast growth factor" (bFGF); (ss) "granulocyte macrophage colony stimulating factor" (GM-CSF); (tt) Capsaicin; (uu) Tachykinin- NK<sub>1</sub>- und -NK<sub>3</sub>-Rezeptor-Antagonisten aus der Gruppe NKP-608C; SB233412 (Talnetant) und D-4418; sowie (vv) Elastaseinhibitoren aus der Gruppe UT-77 und ZD-0892.

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Kombination einer Verbindung der Formel I zusammen mit einem oder mehreren zusätzlichen Therapeutika zur gemeinsamen Verabreichung an einen Patienten, um ein besonders erwünschtes therapeutisches Endergebnis zu erzielen. Bei dem zweiten usw. Therapeutikum kann es sich ebenfalls um eine oder mehrere Verbindungen wie oben beschrieben oder eine oder mehrere PDE IV-Inhibitoren handeln, die auf diesem Fachgebiet bekannt und hier genauer beschrieben sind. Insbesondere wird das zweite usw. Therapeutikum aus einer unterschiedlichen Klasse von Therapeutika ausgewählt. Diese gewählten Kombinationen sind unten genauer beschrieben.

Im vorliegenden Zusammenhang sollen, falls sie sich auf die Verbindungen der Formel I und ein oder mehrere andere Therapeutika beziehen, die Ausdrücke "gemeinsame Verabreichung", "gemeinsam

verabreicht" und "in Kombination mit" folgendes bedeuten und betreffen und umfassen folgendes:

5 (a) gleichzeitige Verabreichung einer derartigen Kombination von einer oder mehreren Verbindung(en) und einem Therapeutikum bzw. mehreren Therapeutika an einen behandlungsbedürftigen Patienten, wenn diese Komponenten gemeinsam als eine einzige Dosierungsform formuliert sind, die diese Komponenten im wesentlichen gleichzeitig an den Patienten freigibt,

10 (b) im wesentlichen gleichzeitige Verabreichung einer solchen Kombination von einer oder mehreren Verbindung(en) und einem Therapeutikum bzw. mehreren Therapeutika an einen behandlungsbedürftigen Patienten, wenn diese Komponenten separat als separate Dosierungsformen formuliert sind, die im wesentlichen gleichzeitig von dem Patienten  
15 eingenommen werden, und die Komponenten im wesentlichen gleichzeitig an diesen Patienten freigegeben werden,

(c) Verabreichung einer derartigen Kombination von einer oder mehreren Verbindungen(en) und einem Therapeutikum bzw. mehreren Therapeutika an einen behandlungsbedürftigen Patienten nacheinander, wenn  
20 diese Komponenten separat voneinander als separate Dosierungsformen formuliert sind, die von dem Patienten zu aufeinanderfolgenden Zeitpunkten mit einem deutlichen Zeitabstand zwischen jeder Einnahme eingenommen werden, und die Komponenten zu im wesentlichen unterschiedlichen Zeitpunkten an den Patienten freigegeben werden;

25 sowie

(d) Verabreichung einer derartigen Kombination von einer oder mehreren Verbindung(en) und einem Therapeutikum bzw. mehreren Therapeutika an einen behandlungsbedürftigen Patienten nacheinander, wenn diese  
30 Komponenten gemeinsam als eine einzige Dosierungsform formuliert sind, die diese Komponenten auf kontrollierte Weise freigibt, und die Komponenten so von dem Patienten gleichzeitig, nacheinander bzw.

überlappend zum gleichen Zeitpunkt bzw. zu unterschiedlichen Zeitpunkten eingenommen werden.

5 Kombinationen mit Leukotrien-Biosyntheseinhibitoren: 5-Lipoxygenase (5-LO)-Inhibitoren sowie Antagonisten des 5-Lipoxygenase-aktivierenden Proteins (FLAP)

10 Zur Bildung von erfindungsgemäßen Ausführungsformen wird (werden) eine oder mehrere der Verbindungen der Formel I in Kombination mit Leukotrien-Biosyntheseinhibitoren, d.h. 5-Lipoxygenaseinhibitoren bzw. Antagonisten des 5-Lipoxygenase-aktivierenden Proteins verwendet. Die 5-Lipoxygenase (5-LO) stellt eine von zwei Enzymgruppen dar, die Arachidonsäure metabolisieren, wobei es sich bei der anderen Gruppe um die Cyclooxygenasen COX-1 und COX-2 handelt.

15 Bei dem 5-Lipoxygenase-aktivierenden Protein handelt es sich um ein 18 kDa großes membrangebundenes Arachidonat-bindendes Protein, das die Umwandlung der Arachidonsäure in der Zelle durch 5-Lipoxygenase stimuliert. Die Arachidonsäure wird in 5-Hydroperoxyeicosatetraensäure (5-HPETE) umgewandelt, und dieser Weg führt schließlich zur Bildung von entzündlichen Leukotrienen; die Blockierung des 5-Lipoxygenase-aktivierenden Proteins oder des Enzyms 5-Lipoxygenase selbst stellt daher ein wünschenswertes Ziel dar, um diesen Weg günstig zu beeinflussen. Einer dieser 5-Lipoxygenaseinhibitoren ist Zileuton.

20 Zu den Klassen der Leukotriensyntheseinhibitoren, die sich zur Bildung von therapeutischen Kombinationen mit den Verbindungen der Formel I eignen, zählen folgende:

25 (a) Redox-Mittel, darunter N-Hydroxyharnstoffe, N-Alkylhydroxamid-säuren, Selenit, Hydroxybenzofurane, Hydroxylamine und Katechin, siehe Ford-Hutchinson et al., "5-Lipoxygenase," Ann. Rev. Biochem. **63**, 383-417, 1994; Weitzel und Wendel, "Selenoenzymes regulate the activity of leukocyte 5-lipoxygenase via the peroxide tone," J. Biol. Chem. **268**, 6288-92, 1993; Björnstedt et al. "Selenite incubated with NADPH and

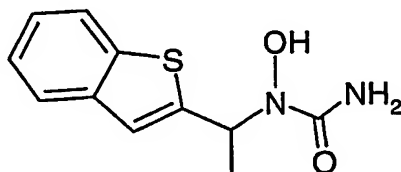
30

mammalian thioredoxin reductase yields selenide, which inhibits lipoxygenase and changes the electron spin resonance spectrum of the active site iron," Biochemistry **35**, 8511-6, 1996, und Stewart et al., "Structure-activity relationships of N-hydroxyurea 5-lipoxygenase inhibitors," J. Med. Chem. **40**, 1955-68, 1997;

(b) Alkylierungsmittel und Verbindungen, die mit SH-Gruppen reagieren, hemmen nachweislich die Leukotriensynthese in vitro, siehe Larsson et al., "Effects of 1-chloro-2,4,6-trinitrobenzene on 5-lipoxygenase activity and cellular leukotriene synthesis," Biochem. Pharmacol. **55**, 863-71, 1998 und

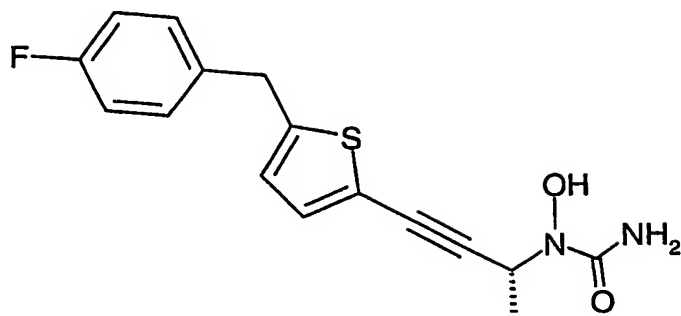
(c) kompetitive Inhibitoren der 5-Lipoxygenase auf der Grundlage von Thiopyranoindol- und Methoxyalkylthiazolstrukturen, die als Nichtredox-Inhibitoren der 5-Lipoxygenase wirken; siehe Ford-Hutchinson et al., *ibid.*; und Hamel et al., "Substituted (pyridylmethoxy)naphthalenes as potent and orally active 5-lipoxygenase inhibitors - synthesis, biological profile und pharmacokinetics of L-739,010," J. Med. Chem. **40**, 2866-75, 1997.

Die Beobachtung, daß Arachidonsäurehydroxamat die 5-Lipoxygenase hemmt, führte zu der Entdeckung von klinisch brauchbaren selektiven 5-Lipoxygenaseinhibitoren, wie den N-Hydroxyharnstoffderivaten Zileuton und ABT-761, die unten dargestellt sind:



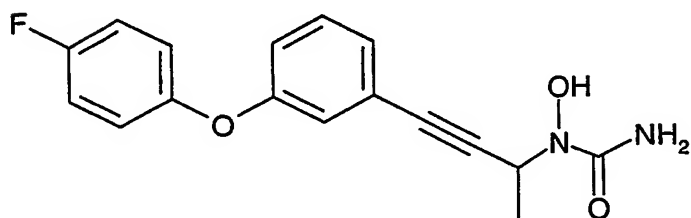
Zileuton ;





ABT-761

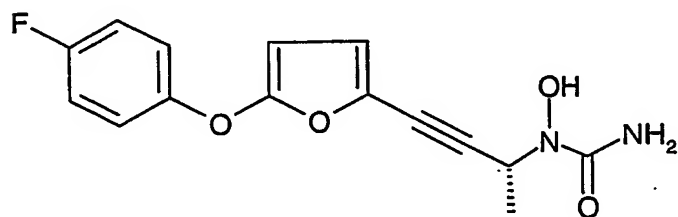
Eine weitere N-Hydroxyharnstoffverbindung ist Fenleuton (Abbott-76745):



Fenleuton.

5

Eine weitere N-Hydroxyharnstoffverbindung ist Abbott-79175



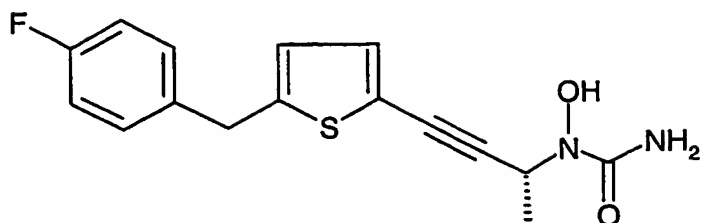
Abbott-79175.

10

Abbott-79175 weist eine längere Wirkungsdauer als Zileuton auf;  
Brooks et al., J. Pharm. Exp. Therapeut 272 – 724, 1995.

Noch eine weitere N-Hydroxyharnstoffverbindung ist Abbott-85761

15



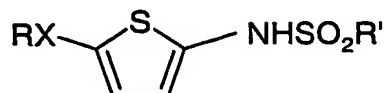
Abbott-85761 .

Abbott-85761 wird an die Lunge durch Aerosol-Verabreichung einer homogenen, physikalisch stabilen und beinahe monodispersen Formulierung abgegeben; Gupta et al., "Pulmonary delivery of the 5-lipoxygenase inhibitor, Abbott- 85761, in beagle dogs," International Journal of Pharmaceutics **147**, 207-218, 1997.

Zur Bildung von erfindungsgemäßen Ausführungsformen werden Fenleuton, Abbott-79175, Abbott-85761 oder beliebige ihrer oben beschriebenen Derivate oder Tepoxalinderivate mit den Verbindungen der Formel I kombiniert.

Seit der Aufklärung des 5-LO-Biosynthesewegs wird ständig diskutiert, ob es vorteilhafter ist, das Enzym 5-Lipoxygenase zu hemmen oder Antagonisten für die Peptido- oder Nichtpeptidoleukotrienrezeptoren zu verwenden. Man ist der Meinung, daß Inhibitoren der 5-Lipoxygenase den LT-Rezeptorantagonisten überlegen sind, da 5-Lipoxygenaseinhibitoren die Wirkung des gesamten Spektrums der 5-LO-Produkte blockieren, während sich die Wirkung der LT-Antagonisten in einem engeren Spektrum bewegt. Erfindungsgemäße Ausführungsformen beinhalten trotzdem Kombinationen der Verbindungen der Formel I nicht nur mit 5-LO-Inhibitoren, sondern auch mit LT-Antagonisten, wie dies unten beschrieben ist. Inhibitoren der 5-Lipoxygenase mit chemischen Strukturen, die sich von den oben beschriebenen Klassen der N-Hydroxyharnstoffe und Hydroxamsäuren unterscheiden, werden ebenfalls mit den Verbindungen der Formel I kombiniert und bilden so weitere erfindungsgemäße Ausführungsformen. Ein Beispiel einer derartigen

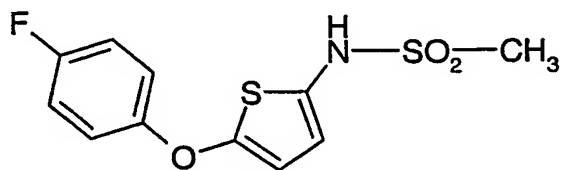
unterschiedlichen Klasse sind die N-(5-substituierten)-Thiophen-2-alkylsulfonamide der Formel



5

worin X O oder S bedeutet; R' Methyl, Isopropyl, n-Butyl, n-Octyl oder Phenyl bedeutet und R n-Pentyl, Cyclohexyl, Phenyl, Tetrahydro-1-naphthyl, 1- oder 2-Naphthyl oder einfach oder zweifach durch Cl, F, Br, CH<sub>3</sub>, OCH<sub>3</sub>, SCH<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>, CF<sub>3</sub>, oder Isopropyl substituiertes Phenyl bedeutet. Eine bevorzugten Verbindung ist

10



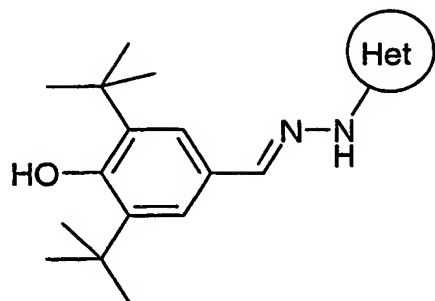
Eine genauere Beschreibung dieser Verbindungen findet sich bei Beers et al., "N-(5-substituted) thiophene-2-alkylsulfonamides as potent inhibitors of 5-lipoxygenase," Bioorganic & Medicinal Chemistry 5(4), 779-786, 1997.

15

Eine weitere unterschiedliche Klasse der 5-Lipoxygenaseinhibitoren ist die bei Quadro et al., "Synthesis and biological evaluation of 2,6-di-tert-butylphenol hydrazones as 5-lipoxygenase inhibitors," Bioorganic & Medicinal Chemistry 6, 173-180, 1998 beschriebene Klasse der 2,6-di-tert-butylphenolhydrazone. Verbindungen dieser Art entsprechen der Formel

20

25



5

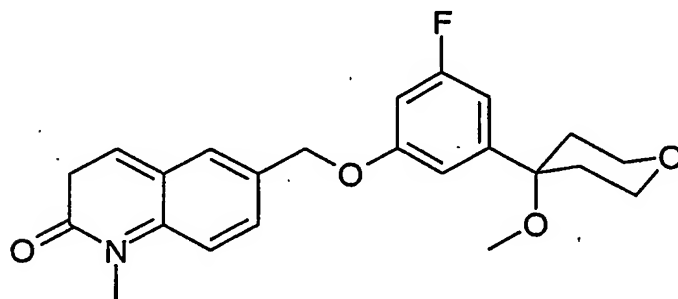
worin "Het" Benzoxazol-2-yl, Benzothiazol-2-yl, Pyridin-2-yl, Pyrazin-2-yl, Pyrimidin-2-yl, 4-Phenylpyrimidin-2-yl, 4,6-Diphenylpyrimidin-2-yl, 4-Methylpyrimidin-2-yl, 4,6-Dimethylpyrimidin-2-yl, 4-Butylpyrimidin-2-yl, 4,6-Dibutylpyrimidin-2-yl und 4-Methyl-6-phenylpyrimidin-2-yl bedeutet.

10

Die N-(5-substituierten) Thiophen-2-alkylsulfonamide oder die 2,6-Di-tert.-butylphenolhydrazone oder beliebige ihrer oben beschriebenen Derivate werden mit den oben erwähnten Verbindungen der Formel I kombiniert und bilden so erfindungsgemäße Ausführungsformen.

15

Eine weitere unterschiedliche Klasse von 5-Lipoxygenaseinhibitoren ist die der Methoxytetrahydropyrane, zu der Zeneca ZD-2138 zählt.



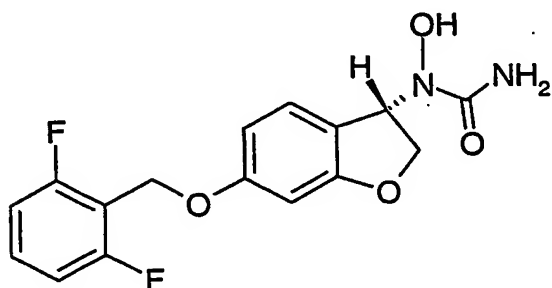
ZD-2138.

20

ZD-2138 ist bei oraler Verabreichung in verschiedenen Spezies hoch selektiv und hoch wirksam und wurde bei oraler Verabreichung bei der Behandlung von Asthma und rheumatoider Arthritis ausgewertet. Genaueres über ZD-2138 und seine Derivate findet sich bei Crawley et

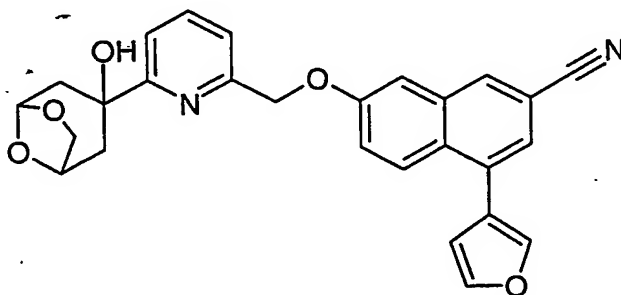
al., J. Med. Chem., **35**, 2600, 1992 und Crawley et al., J. Med. Chem. **36**, 295, 1993.

5 Eine weitere unterschiedliche Klasse von 5-Lipoxygenaseinhibitoren ist diejenige mit der SmithKline Beecham-Verbindung SB-210661

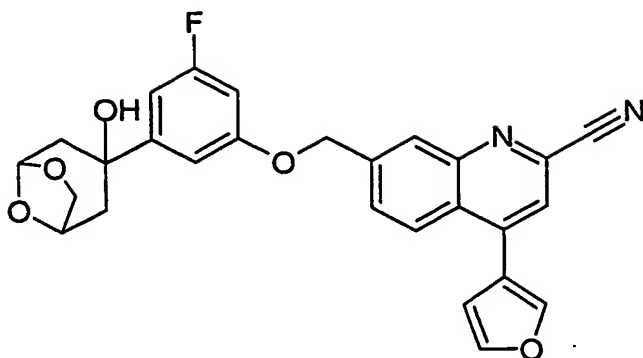


10 Zwei weitere unterschiedliche verwandte Klassen von 5-Lipoxygenaseinhibitoren umfassen verschiedene pyridinyl-substituierte 2-Cyannaphthalinverbindungen sowie verschiedene 2-Cyanchinolinverbindungen, die von Merck Frosst entdeckt wurden. Diese beiden Klassen von 5-Lipoxygenaseinhibitoren werden durch L-739,010 bzw. L-746,530 veranschaulicht:

15



L-739,010



L-746,530

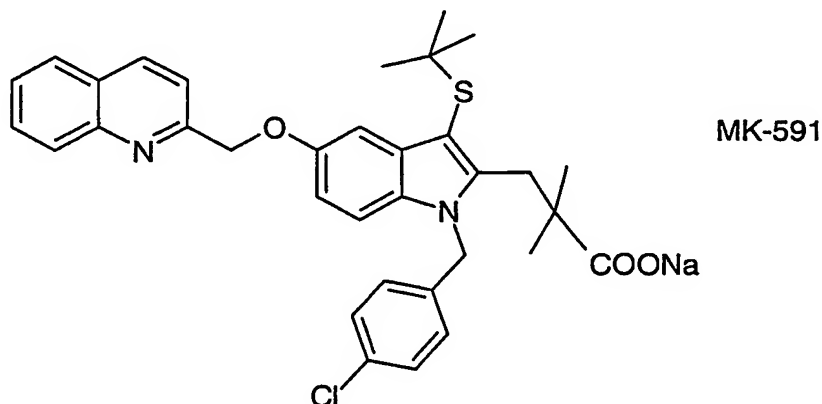
5 Genauer über L-739,010 und L-746,530 findet sich bei Dubé et al.,  
"Quinolines as potent 5-lipoxygenase inhibitors: synthesis and biological  
profile of L-746,530," Bioorganic & Medicinal Chemistry **8**, 1255-1260,  
1998 sowie in WO 95/03309 (Friesen et al.).

10 Die Klasse der Methoxytetrahydropyrane, darunter Zeneca ZD-2138, oder  
die Leitverbindung SB-210661 und die Klasse, zu der sie gehört, oder die  
Reihe der pyridinyl-substituierten 2-Cyannaphthalinverbindungen,  
darunter L-739,010, oder die Reihe der 2-Cyanchinolinverbindungen,  
darunter L-746,530, oder beliebige der oben beschriebenen Derivate von  
beliebigen der oben genannten Klassen werden mit den Verbindungen  
der Formel I kombiniert und bilden so erfindungsgemäße  
15 Ausführungsformen.

Die andere endogene Substanz, die außer dem Enzym 5-Lipoxygenase  
eine wesentliche Rolle bei der Leukotrien-Biosynthese spielt, ist das 5-  
Lipoxygenase-aktivierende Protein (FLAP). Im Gegensatz zur direkten  
20 Rolle des Enzyms 5-Lipoxygenase kommt diesem Protein eine indirekte  
Rolle zu. Trotzdem verwendet man Antagonisten des 5-Lipoxygenase-  
aktivierenden Proteins zur Hemmung der Leukotriensynthese in der Zelle  
und als solche werden auch sie in Kombination mit den Verbindungen der  
Formel I verwendet und bilden so erfindungsgemäße Ausführungsformen.

Verbindungen, die an das 5-Lipoxygenase-aktivierende Protein binden und so die Verwertung des endogenen Arachidonsäure-Pools, der vorliegt, blockieren, wurden aus Indol- und Chinolinstrukturen dargestellt; siehe Ford-Hutchinson et al., *ibid.*, Rouzer et al. "WK-886, a potent and specific leukotriene biosynthesis inhibitor blocks and reverses the membrane association of 5-lipoxygenase in ionophore-challenged leukocytes," J. Biol. Chem. **265**, 1436- 42, 1990 und Gorenne et al., "{(R)-2-quinolin-2-yl-methoxy)phenyl)-2-cyclopentyl acetic acid} (BAY x1005), a potent leukotriene synthesis inhibitor: effects on anti-IgE challenge in human airways," J. Pharmacol. Exp. Ther. **268**, 868-72, 1994.

MK-591, mit der Bezeichnung Quiflipon-Natrium, gehorcht der Formel

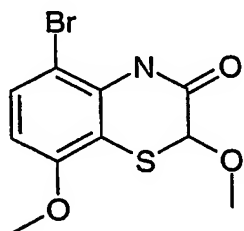


Die oben genannten Verbindungsklassen der Indole und Chinoline, darunter die Einzelverbindungen MK-591, MK-886 und BAY x 1005 oder beliebige der oben beschriebenen Derivate von beliebigen der oben genannten Klassen werden mit den Verbindungen der Formel I kombiniert und bilden so erfindungsgemäße Ausführungsformen.

Kombinationen mit Rezeptorantagonisten für die Leukotriene LTB<sub>4</sub>, LTC<sub>4</sub>, LTD<sub>4</sub> und LTE<sub>4</sub>

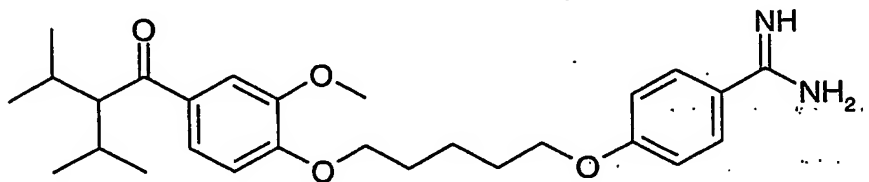
Eine Verbindung der Formel I bzw. mehrere Verbindungen der Formel I wird bzw. werden in Kombination mit Rezeptorantagonisten für die Leukotriene LTB<sub>4</sub>, LTC<sub>4</sub>, LTD<sub>4</sub> und LTE<sub>4</sub> verwendet. Die wichtigsten dieser Leukotriene in bezug auf die Vermittlung einer Entzündungsreaktion sind LTB<sub>4</sub> und LTD<sub>4</sub>. Klassen von Antagonisten für die Rezeptoren dieser Leukotriene sind in den folgenden Absätzen beschrieben.

10 4-Brom-2,7-dimethoxy-3H-phenothiazin-3-one, darunter L-651,392, sind wirksame LTB<sub>4</sub>-Antagonisten, die in US 4,939,145 (Guindon et al.) und US 4,845,083 (Lau et al.) beschrieben sind



L-651,392.

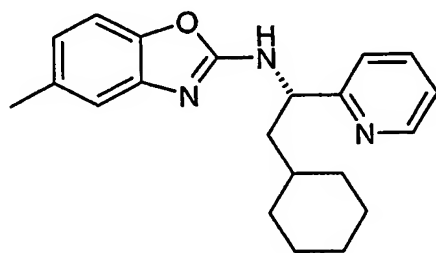
15 Eine Klasse von Amidinoverbindungen, zu der CGS-25019c zählt, ist in US 5,451,700 (Morrissey und Suh); US 5,488,160 (Morrissey) und US 5,639,768 (Morrissey und Suh) beschrieben. Ein typischer Vertreter dieser LTB<sub>4</sub>-Antagonisten ist das im folgenden dargestellte CGS-25019c:



CGS-25019c

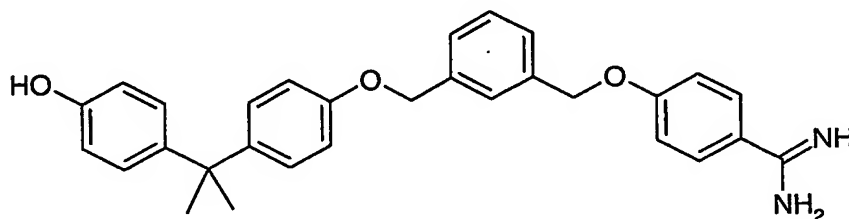


Ontazolast, ein Mitglied einer Klasse von Benzoxazolaminen, die LTB<sub>4</sub>-Antagonisten sind, ist in der EP 535 521 (Anderskewitz et al.) beschrieben:



Ontazolast.

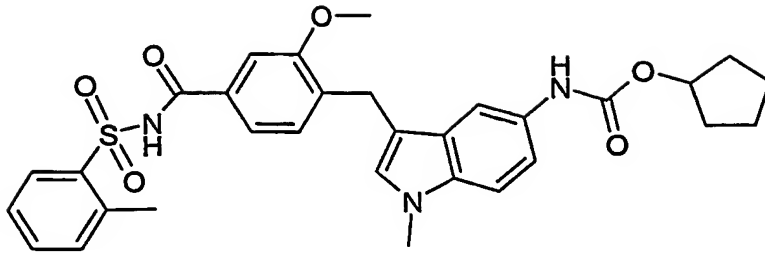
Die gleiche Arbeitsgruppe entdeckte auch eine Klasse von Benzolcarboximidamiden, die LTB<sub>4</sub>-Antagonisten darstellen, die in der WO 97/21670 (Anderskewitz et al.) und WO 98/11119 (Anderskewitz et al.) beschrieben sind und von denen BIIL 284/260 ein typischer Vertreter ist:



BIIL 284/260

Zafirlukast ist ein LTC<sub>4</sub>-, LTD<sub>4</sub>- und LTE<sub>4</sub>-Rezeptorantagonist, der unter der Bezeichnung Accolate<sup>®</sup> im Handel erhältlich ist. Er gehört zu einer Klasse von heterocyclischen Amidderivaten, die in der US 4,859,692 (Bernstein et al.); US 5,319,097 (Holohan und Edwards), US 5,294,636 (Edwards und Sherwood), US 5,482,963; US 5,583,152 (Bernstein et al.) und US 5,612,367 (Timko et al.) beschrieben ist:

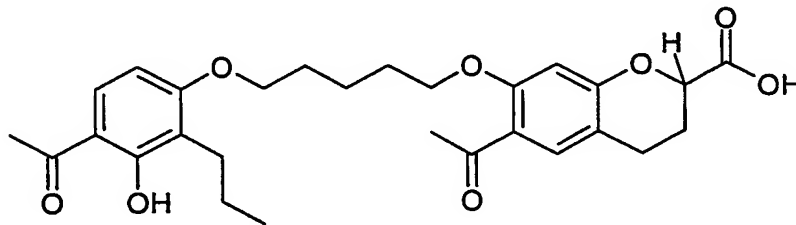
52



Zafirlukast

Ablukast ist ein LTD<sub>4</sub>-Rezeptorantagonist, der die Bezeichnung Ro 23-3544/001 trägt:

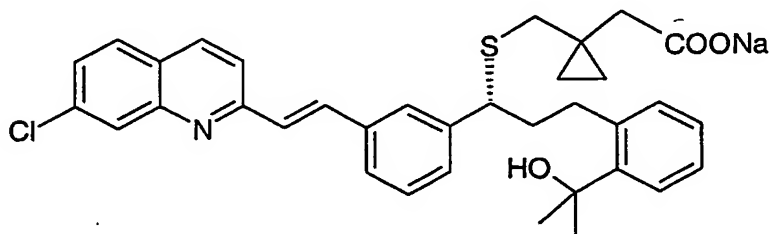
5



Ablukast

Montelukast ist ein LTD<sub>4</sub>-Rezeptorantagonist, der unter der Bezeichnung Singulair® im Handel erhältlich und in der US 5,565,473 beschrieben ist:

10



Montekulast

Zu weiteren LTD<sub>4</sub>-Rezeptorantagonisten zählen Pranlukast, Verlukast (MK-679), RG-12525, Ro-245913, Iralukast (CGP 45715A) und BAY x 7195.

15

Die oben genannte Verbindungsklasse der Phenothiazin-3-one, darunter L- 651,392, die Klasse der Amidinoverbindungen, zu denen CGS-25019c zählt, die Klasse der Benzoxazolamine mit Ontazolast; die Klasse der Benzolcarboximidamide, von denen BIL 284/260 ein typischer Vertreter ist; die heterocyclischen Amidderivate mit Zafirlukast, Ablukast und Montelukast und die Verbindungsklassen, zu denen sie zählen, oder beliebige der oben beschriebenen Derivate von beliebigen der oben genannten Klassen werden mit den Verbindungen der Formel I kombiniert und bilden so erfindungsgemäße Ausführungsformen.

#### Kombinationen mit anderen Therapeutika

Eine oder mehrere Verbindungen der Formel I werden zusammen mit anderen Therapeutika sowie Nichttherapeutika verwendet und es werden so Kombinationen gebildet, die weitere erfindungsgemäße Ausführungsformen darstellen und die sich zur Behandlung einer ganzen Reihe von unterschiedlichen, hierin beschriebenen Erkrankungen, krankhaften Störungen und Leiden eignen. Diese Ausführungsformen umfassen eine oder mehrere Verbindungen der Formel I zusammen mit einer oder mehreren der folgenden Substanzen:

- (a) PDE IV- oder VII-Inhibitoren;
- (b) 5-Lipoxygenase (5-LO)-Inhibitoren oder Antagonisten des 5-lipoxygenase-aktivierenden Proteins (FLAP);
- (c) Doppelinhibitoren der 5-Lipoxygenase (5-LO) und Antagonisten des blutplättchenaktivierenden Faktors (PAF);
- (d) Leukotrienantagonisten (LTRAs), darunter LTB<sub>4</sub>-, LTC<sub>4</sub>-, LTD<sub>4</sub>- und LTE<sub>4</sub>-Antagonisten;
- (e) Antihistamin-H<sub>1</sub>-Rezeptorantagonisten, darunter Cetirizin, loratadin, Desloratadin, Fexofenadin, Astemizol, Azelastin, und Chlorpheniramin;
- (f) gastroprotektive H<sub>2</sub>-Rezeptorantagonisten;

- (g) oral oder topisch verabreichte  $\alpha_1$ - und  $\alpha_2$ -Adrenorezeptor-Agonist-Vasokonstriktor-Sympathomimetika zur Schleimhautabschwellung, darunter Propylhexedrin, Phenylephrin, Phenylpropanolamin, Pseudoephedrin, Naphazolinhydrochlorid, Oxymetazolinhydrochlorid, Tetrahydrozolinhydrochlorid, Xylometazolinhydrochlorid sowie Ethylnorepinephrinhydrochlorid;
- (h)  $\alpha_1$ - und  $\alpha_2$ -Adrenorezeptoragonisten in Kombination mit Inhibitoren der 5-Lipoxygenase (5-LO);
- (i) Anticholinergika, darunter Ipratropiumbromid, Tiotropiumbromid, Oxitropiumbromid, Pirenzepin sowie Telenzepin;
- (j)  $\beta_1$ - bis  $\beta_4$ -Adrenorezeptoragonisten, darunter Metaproterenol, Isoproterenol, Isoprenalin, Albuterol, Salbutamol, Formoterol, Salmeterol, Terbutalin, Orciprenalin, Bitolterolmesylat und Pirbuterol;
- (k) Theophyllin und Aminophyllin;
- (l) Natriumcromoglycat;
- (m) Muscarinrezeptor (M1, M2 und M3)-Antagonisten;
- (n) COX-1-Inhibitoren (NSAIDs); COX-2-selektive Inhibitoren, darunter Rofecoxib, sowie Stickoxid-NSAIDs;
- (o) Mimetika des insulinähnlichen Wachstumsfaktors Typ I (IGF-1);
- (p) Ciclesonid;
- (q) Inhalations-Glucokortikoide mit verringerten systemischen Nebenwirkungen, darunter Prednison, Prednisolon, Flunisolid, Triamcinolonacetonid, Beclomethasondipropionat, Budesonid, Fluticasonpropionat sowie Mometasonfuroat;
- (r) Tryptaseinhibitoren;
- (s) Antagonisten des blutplättchenaktivierenden Faktors (PAF);
- (t) monoklonale Antikörper gegen endogene entzündliche Körper;
- (u) IPL 576;
- (v) Anti-Tumor Nekrose Faktor (TNF $\alpha$ )-Mittel, darunter Etanercept, Infliximab und D2E7;

- (w) DMARDs, darunter Leflunomid;
- (x) TCR-Peptide;
- (y) Inhibitoren des interleukinmwandelnden Enzyms (interleukin converting enzyme, ICE);
- 5 (z) IMPDH-Inhibitoren;
- (aa) Adhäsionsmolekülinhibitoren, darunter VLA-4-Antagonisten;
- (bb) Kathepsine;
- (cc) MAP-Kinaseinhibitoren;
- (dd) Glucose-6-phosphat-dehydrogenase-Inhibitoren;
- 10 (ee) Kinin-B<sub>1</sub> - und B<sub>2</sub>-Rezeptor-Antagonisten;
- (ff) Gold in Form einer Aurothiogruppe zusammen mit verschiedenen hydrophilen Gruppen;
- (gg) Immunsuppressiva, z.B. Cyclosporin, Azathioprin und Methotrexat;
- 15 (hh) Mittel gegen Gicht, z.B. Kolchizin;
- (ii) Xanthinoxidaseinhibitoren z.B. Allopurinol;
- (jj) Urikosurika z.B. Probenecid, Sulfinpyrazon und Benzbromaron;
- (kk) Antineoplastica, insbesondere antimitotische Arzneistoffe, darunter die Vinca-Alkaloide wie Vinblastin und Vincristin;
- 20 (ll) Mittel zur Förderung der Wachstumshormonsekretion;
- (mm) Inhibitoren der Matrixmetalloproteasen (MMPs), d.h. die Stromelysine, Kollagenasen und Gelatinasen sowie Aggrecanase, insbesondere Kollagenase-1 (MMP-1), Kollagenase-2 (MMP-8), Kollagenase-3 (MMP-13), Stromelysin-1 (MMP-3), Stromelysin-2 (MMP-10) und Stromelysin-3 (MMP-11);
- 25 (nn) "transforming growth factor" (TGF $\beta$ );
- (oo) "platelet-derived growth factor" (PDGF);
- (pp) Fibroblasten-Wachstumsfaktor, z.B. "basic fibroblast growth factor" (bFGF);
- 30 (qq) "granulocyte macrophage colony stimulating factor" (GM-CSF);
- (rr) Capsaicin;

- (ss) Tachykinin-NK<sub>1</sub>- und -NK<sub>3</sub>-Rezeptor-Antagonisten aus der Gruppe NKP-608C; SB233412 (Talnetant) und D-4418;  
(tt) Elastaseinhibitoren aus der Gruppe UT-77 und ZD-0892, sowie  
(uu) Adenosin-A<sub>2a</sub>-Rezeptoragonisten.

5

#### Pharmazeutische Zusammensetzungen und Formulierungen

Die folgende Beschreibung betrifft die Art und Weise, auf die die Verbindungen der Formel I, gewünschtenfalls zusammen mit anderen Therapeutika oder Nichttherapeutika, mit überwiegend üblichen pharmazeutisch unbedenklichen Trägern kombiniert werden, wodurch man zu Dosierungsformen gelangt, die sich für die unterschiedlichen Verabreichungswege, die für einen gegebenen Patienten verwendet werden, und die Erkrankung, krankhafte Störung oder das Leiden, für die bzw. das ein gegebener Patient behandelt wird, eignen.

15

Die erfindungsgemäßen pharmazeutischen Zusammensetzungen umfassen eine oder mehrere beliebige der oben beschriebenen erfindungsgemäßen Inhibitorverbindungen oder eines ihrer pharmazeutisch unbedenklichen Salze wie ebenfalls oben beschrieben zusammen mit einem pharmazeutisch unbedenklichen Träger gemäß den Eigenschaften und dem erwarteten Verhalten solcher Träger, die dem Fachmann gut bekannt sind.

20

Die Menge an Wirkstoff, die mit den Trägermaterialien kombiniert werden kann, um so eine einzelne Dosierungsform zu bilden, hängt von dem behandelten Patienten und dem jeweiligen Verabreichungsweg ab. Es ist jedoch klar, daß ein bestimmtes Dosierungs- und Behandlungsschema für einen bestimmten Patienten von verschiedensten Faktoren, darunter der Wirksamkeit der jeweils verwendeten Verbindung, dem Alter, Körpergewicht, allgemeinem Gesundheitszustand, Geschlecht, der Ernährung, dem Verabreichungszeitpunkt, der Ausscheidungs-

30

geschwindigkeit, der Arzneistoffkombination und dem Ermessen des behandelnden Arztes sowie der Schwere der jeweils behandelten Krankheit abhängt. Die Wirkstoffmenge kann auch von dem Therapeutikum oder Prophylaktikum, das gegebenenfalls mit dem Wirkstoff gemeinsam verabreicht wird, abhängen.

Die Verbindungen der Formel I lassen sich in der Form von Säuren, Estern oder anderen chemischen Verbindungsklassen, zu denen die beschriebenen Verbindungen zählen, verwenden. Die vorliegende Erfindung umfaßt auch die Verwendung dieser Verbindungen in der Form von pharmazeutisch unbedenklichen Salzen, die sich von verschiedenen organischen und anorganischen Säuren und Basen ableiten. Ein Wirkstoff mit einer bevorzugten Verbindung wird häufig in der Form eines ihrer Salze verwendet, insbesondere wenn diese Salzform dem Wirkstoff im Vergleich zu der freien Form des Wirkstoffs oder einer zuvor verwendeten anderen Salzform des Wirkstoffs verbesserte pharmakokinetische Eigenschaften verleiht. Die pharmazeutisch unbedenkliche Salzform des Wirkstoffs kann auch diesem Wirkstoff erst eine erwünschte pharmakokinetische Eigenschaft verleihen, über die er früher nicht verfügt hat, und kann sogar die Pharmakodynamik dieses Wirkstoffs in bezug auf seine therapeutische Wirksamkeit im Körper positiv beeinflussen.

Zu den pharmakokinetischen Eigenschaften des Wirkstoffs, die günstig beeinflußt werden können, zählen z.B. die Art, wie dieser Wirkstoff durch Zellmembranen hindurch transportiert wird, was wiederum die Absorption, Verteilung, biologische Umwandlung und Exkretion dieses Wirkstoffs direkt und positiv beeinflussen kann. Obwohl der Verabreichungsweg der pharmazeutischen Zusammensetzung wichtig ist und verschiedene anatomische, physiologische und pathologische Aspekte die biologische Verfügbarkeit entscheidend beeinflussen können, hängt die Löslichkeit des Wirkstoffs üblicherweise von der Art seiner jeweiligen Salzform, die

verwendet wird, ab. Weiterhin ist dem Fachmann deutlich, daß eine wäßrige Lösung des Wirkstoffs für die rascheste Absorption des Wirkstoffs in den Körper eines behandelten Patienten sorgt, während Lipidlösungen und -suspensionen sowie feste Dosierungsformen zu einer weniger raschen Absorption des Wirkstoffs führen. Die orale Aufnahme eines Wirkstoffs der Formel I stellt aus Sicherheits-, Bequemlichkeits- und Sparsamkeitsgründen den am stärksten bevorzugten Verabreichungsweg dar, die Absorption einer derartigen oralen Dosierungsform kann jedoch durch physikalische Eigenschaften wie Polarität, durch Reizung der Magen-Darm-Schleimhaut hervorgerufenes Erbrechen, Abbau durch Verdauungsenzyme und niedrigen pH, ungleichmäßige Absorption oder Propulsion in Gegenwart von Nahrungsmitteln oder anderen Arzneistoffen sowie Stoffwechsel durch Enzyme der Schleimhaut, der Darmflora oder der Leber gestört werden. Die Formulierung des Wirkstoffs als unterschiedliche pharmazeutisch unbedenkliche Salzformen kann zur Überwindung oder Verringerung eines oder mehrerer der oben genannten Probleme im Zusammenhang mit der Absorption oraler Dosierungsformen wirksam sein.

Zu den oben genannten pharmazeutischen Salzen, die bevorzugt sind, zählen Azetat, Besylat, Citrat, Fumarat, Gluconat, Hemisuccinat, Hippurat, Hydrochlorid, Hydrobromid, Isethionat, Mandelat, Meglumin, Nitrat, Oleat, Phosphonat, Pivalat, Natriumphosphat, Stearat, Sulfat, Sulfosalicylat, Tartrat, Thiomalat, Tosylat und Tromethamin, was jedoch keine Einschränkung darstellen soll.

Enthält eine Verbindung der Formel I mehr als eine Gruppe, die solche pharmazeutisch unbedenklichen Salze bilden kann, so umfaßt die Erfindung auch mehrfache Salze. Zu typischen mehrfachen Salzformen zählen zum Beispiel Bitartrat, Diacetat, Difumarat, Dimeglumin, Diphosphat, Dinatrium und Trihydrochlorid, was jedoch keine Einschränkung darstellen soll.



Die erfindungsgemäßen pharmazeutischen Zusammensetzungen umfassen eine oder mehrere der oben beschriebenen Inhibitorverbindungen oder eines ihrer ebenfalls wie oben beschriebenen pharmazeutisch unbedenklichen Salze zusammen mit einem pharmazeutisch unbedenklichen Träger entsprechend den Eigenschaften und dem erwarteten Verhalten solcher dem Fachmann gut bekannten Träger.

Der Begriff "Träger" umfaßt im vorliegenden Zusammenhang unbedenkliche Streckmittel, Exzipientien, Hilfsstoffe, Konstituentien, Lösungsvermittler, viskositätsmodifizierende Mittel, Konservierungsmittel und andere Mittel, die dem Fachmann gut bekannt sind, um der endgültigen pharmazeutischen Zusammensetzung günstige Eigenschaften zu verleihen. Zur Veranschaulichung dieser Träger folgt nun eine kurze Übersicht pharmazeutisch unbedenklicher Träger, die sich bei den erfindungsgemäßen pharmazeutischen Zusammensetzungen verwenden lassen, und im Anschluß daran eine genauere Beschreibung der unterschiedlichen Arten von Bestandteilen. Zu typischen Trägern zählen die folgenden, was jedoch keinesfalls eine Einschränkung darstellen soll: Ionenaustauscherzusammensetzungen, Aluminiumoxid, Aluminiumstearat, Lezitin, Serumproteine, z.B. Humanserumalbumin, Phosphate, Glycin, Sorbinsäure, Kaliumsorbat, Partialglyceridmischungen gesättigter Pflanzenfettsäuren, hydrierte Palmöle, Wasser, Salze oder Elektrolyte, z.B. Prolaminsulfat, Dinatriumhydrogenphosphat, Kaliumhydrogenphosphat, Natriumchlorid und Zinksalze, kolloidale Silica, Magnesiumtrisilicat, Polyvinylpyrrolidon, Substanzen auf Zellulosegrundlage, z.B. Natriumcarboxymethylcellulose, Polyethylenglycol, Polyacrylate, Wachse, Polyethylen-Polyoxypropylen-Blockpolymere sowie Wollfett.

Insbesondere umfaßt die bei den erfindungsgemäßen pharmazeutischen Zusammensetzungen verwendeten Träger unterschiedliche Klassen und

Arten von Zusatzstoffen, die unabhängig aus den im wesentlichen in den folgenden Absätzen genannten Gruppen ausgewählt werden.

5      Ansäuernde und alkalisierende Mittel werden zugesetzt, um zu einem gewünschten oder vorbestimmten pH zu gelangen; sie umfassen Säuerungsmittel, z.B. Essigsäure, Eisessig, Äpfelsäure und Propionsäure. Stärkere Säuren wie Salzsäure, Salpetersäure und Schwefelsäure können verwendet werden, sind jedoch weniger bevorzugt. Zu den alkalisierenden Mitteln zählen zum Beispiel Edetol, Kaliumcarbonat, 10      Kaliumhydroxid, Natriumborat, Natriumcarbonat und Natriumhydroxid. Alkalisierende Mittel, die aktive Aminogruppen enthalten, wie Diethanolamin und Trolamin, können ebenfalls verwendet werden.

15      Soll die pharmazeutische Zusammensetzung als Aerosol unter beträchtlichem Druck abgegeben werden, so sind Aerosoltreibmittel erforderlich. Zu diesen Treibmitteln zählen zum Beispiel unbedenkliche Fluorchlorkohlenwasserstoffe wie Dichlordifluormethan, Dichlortetrafluorethan und Trichlormonofluormethan, Stickstoff, ein flüchtiger Kohlenwasserstoff wie Butan, Propan oder Isobutan, oder deren Mischungen.

20      Antimikrobielle Mittel, darunter Mittel gegen Bakterien, Pilze und Protozoen, werden zugegeben, wenn die pharmazeutische Zusammensetzung topisch auf Hautflächen aufgetragen wird, die wahrscheinlich einer schädigenden Umgebung ausgesetzt waren, oder Abschürfungen oder Schnitte erlitten haben, die die Haut für eine Infektion durch 25      Bakterien, Pilzen oder Protozoen anfällig macht. Zu den antimikrobiellen Mitteln zählen Verbindungen wie Benzylalkohol, Chlorbutanol, Phenylethylalkohol, Phenylquecksilberacetat, Kaliumsorbat und Sorbinsäure. Zu den antifungalen Mitteln zählen Verbindungen wie Benzoessäure, 30      Butylparaben, Ethylparaben, Methylparaben, Propylparaben und Natriumbenzoat.

Antimikrobielle Konservierungsstoffe werden den erfindungsgemäßen pharmazeutischen Zusammensetzungen zugegeben, um diese gegen das Wachstum von möglicherweise schädlichen Mikroorganismen zu schützen, die üblicherweise in die wäßrige Phase einwandern, in  
5 manchen Fällen jedoch auch in der Ölphase einer Zusammensetzung wachsen können. Es sind daher Konservierungsstoffe erwünscht, die sowohl in wäßrigen Medien als auch in Lipiden löslich sind. Zu geeigneten antimikrobiellen Konservierungsstoffen zählen z.B. p-Hydroxybenzoesäurealkylester, Propionatsalze, Phenoxyethanol, Methylparaben-Natrium, Propylparaben-Natrium, Natriumdehydroacetat,  
10 Benzalkoniumchlorid, Benzethoniumchlorid, Benzylalkohol, Hydantoin-derivate, quartäre Ammoniumverbindungen und kationische Polymere, Imidazolidinylharnstoff, Diazolidinylharnstoff und Trinatriummethylen-diamintetraacetat (EDTA).  
15 Konservierungsstoffe werden vorzugsweise in Mengen von ungefähr 0,01 Gew.-% bis ungefähr 2,0 Gew.-% der Gesamtzusammensetzung eingesetzt.

Antioxidantien werden zugesetzt, um alle Bestandteile der pharmazeutischen Zusammensetzung gegen Schädigung oder Abbau durch Oxidationsmittel, die in der Zusammensetzung selbst oder in der Umgebung, in der sie verwendet werden, vorliegen, zu schützen, z.B. Anoxomer, Ascorbylpalmitat, Butylhydroxyanisol, Butylhydroxytoluol, hypophosphorige Säure, Kaliummetabisulfit, Gallensäurepropyl-, -octyl-  
20 und -dodecylester, Natriummetabisulfit, Schwefeldioxid und Tocopherole.  
25

Puffersubstanzen werden verwendet, um einen erwünschten pH-Wert einer Zusammensetzung nach der Einstellung gegenüber den Auswirkungen externer Einflüsse und Gleichgewichtsverschiebungen von  
30 Bestandteilen der Zusammensetzungen aufrechtzuerhalten. Die Puffersubstanz kann unter den dem Fachmann auf dem Gebiet der

Galenik bekannten ausgewählt werden, z.B. Calciumacetat, Kaliummetaphosphat, Kaliumdihydrogenphosphat und Weinsäure.

5 Chelatbildende Mittel dienen zur Erhaltung der Ionenstärke der pharmazeutischen Zusammensetzung; sie binden an schädigende Verbindungen und Metalle und entfernen diese dadurch wirksam. Dazu zählen z.B. Dikaliumedetat, Dinatriumedetat und EDTA.

10 Dermatologische Wirkstoffe werden den erfindungsgemäßen pharmazeutischen Zusammensetzungen dort zugegeben, wo diese topisch anzuwenden sind; dazu zählen z.B. Wundheilungsmittel wie Peptid-derivate, Hefe, Panthenol, Hexylresorcin, Phenol, Tetracyclinhydrochlorid, Lamin und Kinetin; Retinoide zur Behandlung von Hautkrebs, z.B. Retinol, Tretinoin, Isotretinoin, Etreinat, Acitretin und Arotinoid, milde  
15 antibakterielle Mittel zur Behandlung von Hautinfektionen, z.B. Resorcin, Salicylsäure, Benzoylperoxid, Erythromycin-Benzoylperoxid, Erythromycin und Clindamycin; antifungale Mittel zur Behandlung von Tinea corporis, Tinea pedis, Candida-Infektionen und Tinea versicolor, z.B. Griseofulvin, Azole wie Miconazol, Econazol, Itraconazol, Fluconazol und Ketoconazol, sowie Allylamine wie Naftifin und Terfinafin; antivirale Mittel zur  
20 Behandlung von Herpes simplex der Haut, Gürtelrose und Windpocken, z.B. Acyclovir, Famciclovir und Valacyclovir, Antihistamine zur Behandlung von Juckreiz, atopischer Dermatitis und Kontaktdermatitis, z.B. Diphenhydramin, Terfenadin, Astemizol, Loratadin, Cetirizin, Acrivastin und Temelastin, Lokalanästhetika zur Linderung von  
25 Schmerzen, Reizung und Jucken, z.B. Benzocain, Lidocain, Dibucain und Pramoxinhydrochlorid, Lokalanalgetika zur Linderung von Schmerzen und Entzündungen, z.B. Salicylsäuremethylester, Kampfer, Menthol und Resorcin, topische Antiseptika zur Verhinderung von Infektionen, z.B. Benzalkoniumchlorid und Povidon-Iod, sowie Vitamine und ihre Derivate,  
30 wie Tocopherol, Tocopherolacetat, Retinsäure und Retinol.

Dispergier- und Suspendiermittel werden als Hilfsstoffe bei der Herstellung stabiler Formulierungen eingesetzt, dazu zählen z.B. Poligeenan, Povidon und Siliziumdioxid.

- 5 Emollientia sind vorzugsweise nichtölige, wasserlösliche Stoffe, die die Haut erweichen und beruhigen, insbesondere Haut, die durch übermäßigen Wasserverlust trocken geworden ist. Solche Stoffe werden bei erfindungsgemäßen pharmazeutischen Zusammensetzungen verwendet, die zur topischen Anwendung bestimmt sind; dazu zählen z.B. Kohlenwasserstofföle und -wachse, Triglyceridester, acetylierte Monoglyceride, Methylester und andere Alkylester von C<sub>10</sub>-C<sub>20</sub>-Fettsäuren, C<sub>10</sub>-C<sub>20</sub>-Fettsäuren, C<sub>10</sub>-C<sub>20</sub>-Fettalkohole, Lanolin und Derivate, Ester von mehrwertigen Alkoholen, wie Polyethylenglykol (200-600), Polyoxyethylensorbitanfettsäureester, Wachsester, Phospholipide und Sterole;
- 10 Emulgatoren zur Herstellung von Öl-in-Wasser-Emulsionen; Exzipientien, z.B. Laurocapram und Polyethylenglykolmonomethylether, Feuchthaltemittel, z.B. Sorbit, Glycerin und Hyaluronsäure, Salbengrundlagen, z.B. Vaseline, Polyethylenglykol, Lanolin und Poloxamer, Penetrationsförderer, z.B. Dimethylisosorbid, Diethylglykolmonoethylether, 1-Dodecylazacycloheptan-2-on und Dimethylsulfoxid (DMSO), Konservierungsstoffe, z.B. Benzalkoniumchlorid, Benzethoniumchlorid, p-Hydroxybenzoesäurealkylester, Hydantoinderivate, Cetylpyridiniumchlorid, Propylparaben, Quartärammoniumverbindungen, wie Kaliumbenzoat sowie Thimerosal; Sequestriermittel, darunter Cyclodextrine, Lösungsmittel, z.B.
- 20 Aceton, Alkohol, Amylenhydrat, Butylalkohol, Maiskeimöl, Baumwollsaamenöl, Essigester, Glycerin, Hexylenglykol, Isopropylalkohol, Isostearylalkohol, Methylalkohol, Methylenchlorid, Mineralöl, Erdnußöl, Phosphorsäure, Polyethylenglykol, Polyoxypropylen-15-stearylether, Propylenglykol, Propylenglykoldiacetat, Sesamöl sowie gereinigtes
- 25 Wasser, Stabilisatoren, z.B. Calciumsaccharat und Thymol, Tenside, z.B. Lapyriumchlorid; Laureth-4, d.h.  $\alpha$ -Dodecyl- $\omega$ -hydroxy-poly(oxy-1,2-ethandiyl)- oder Polyethylenglykolmonododecylether.
- 30

Emulgatoren, darunter emulgierende und verdickende Mittel und Emulsionshilfsstoffe, werden zur Herstellung von Öl-in-Wasser-Emulsionen verwendet, wenn diese die Grundlage der erfindungsgemäßen pharmazeutischen Zusammensetzungen bilden. Zu diesen Emulgatoren zählen z.B. nichtionogene Emulgatoren, wie C<sub>10</sub>-C<sub>20</sub>-Fettalkohole und die Kondensationsprodukte dieser Fettalkohole mit 2 bis 20 Mol Ethylenoxid oder Propylenoxid, das Kondensationsprodukt von (C<sub>6</sub>-C<sub>12</sub>)Alkylphenolen und 2 bis 20 Mol Ethylenoxid, Ethylenglykolmono- und -di-C<sub>10</sub>-C<sub>20</sub>-Fettsäureester, C<sub>10</sub>-C<sub>20</sub>-Fettsäuremonoglycerid, Diethylenglykol, Polyethylenglykole mit einem MG von 200-6000, Polypropylenglykole mit einem MG von 200-3000 und insbesondere Sorbit, Sorbitan, Polyoxyethylensorbit, Polyoxyethylensorbitan, hydrophile Wachsester, Cetostearylalkohol, Oleylalkohol, Lanolinalkohole, Cholesterin, Mono- und Diglyceride, Glycerylmonostearat, Polyethylenglykolmonostearat, Ethylenglykol- und Ppolyoxyethylenglykolmono- und -distearinsäuremischester, Propylenglykolmonostearat, sowie Hydroxypropylcellulose. Emulgatoren mit aktiven Aminogruppen können ebenfalls verwendet werden; dazu zählen typischerweise anionenaktive Emulgatoren wie Fettsäureseifen, z.B. Natrium-, Kalium- und Triethanolaminseifen der C<sub>10</sub>-C<sub>20</sub>-Fettsäuren, Alkalimetall-, Ammonium- oder substituierte Ammoniumsalze von (C<sub>10</sub>-C<sub>30</sub>)Alkylsulfat, (C<sub>10</sub>-C<sub>30</sub>)Alkylsulfonate und (C<sub>10</sub>-C<sub>50</sub>)alkylethoxyethersulfonate. Zu weiteren geeigneten Emulgatoren zählen Rizinusöl und hydriertes Rizinusöl, Lecithin; sowie Polymere der 2-Propensäure zusammen mit Acrylsäurepolymeren, die beide mit Saccharose- und/oder Pentaerythrit-Allylethern vernetzt sind und unterschiedliche Viskositäten aufweisen, diese sind durch die Produktbezeichnungen Carbomer 910, 934, 934P, 940, 941 und 1342 gekennzeichnet. Kationenaktive Emulgatoren mit aktiven Aminogruppen können ebenfalls verwendet werden, darunter diejenigen auf Grundlage der quarten Ammonium-, Morpholinium- und Pyridiniumverbindungen. Ähnlich können amphotere Emulgatoren mit

5      aktiven Aminogruppen wie Cocobetaine, Lauryldimethylaminoxid und Cocoylimidazolin verwendet werden. Zu den Emulgatoren und Verdickungsmitteln, die verwendet werden können, zählen auch Cetylalkohol und Natriumstearat sowie Emulsionshilfsstoffe wie Ölsäure, Stearinsäure und Stearylalkohol.

    Zu den Exzipientien zählen z.B. Laurocapram und Polyethylenglykolmonomethylether.

10      Soll die erfindungsgemäße pharmazeutische Zusammensetzung topisch angewendet werden, so können Penetrationsförderer verwendet werden, darunter z.B. Dimethylisoborbid, Diethylglykolmonoethylether, 1-Dodecylazacycloheptan-2-on und Dimethylsulfoxid (DMSO). Solche Zusammensetzungen enthalten typischerweise auch Salbengrundlagen, z.B. Vaseline, Polyethylenglykol, Lanolin und Poloxamer, bei dem es sich  
15      um ein Polyoxyethylen-Polyoxypropylen-Blockcopolymer handelt, das auch als Tensid oder Emulgator dienen kann.

20      Konservierungsstoffe werden verwendet, um erfindungsgemäße pharmazeutische Zusammensetzungen gegen Abbau durch Mikroorganismen der Umgebung zu schützen, dazu zählen z.B. Benzalkoniumchlorid, Benzethoniumchlorid, p-Hydroxybenzoesäurealkylester, Hydantinderivate, Cetylpyridiniumchlorid, Monothioglycerin, Phenol, Phenoxyethanol, Methylparaben, Imidazolidinylharnstoff, Natriumdehydroacetat, Propylparaben, quartäre Ammoniumverbindungen;  
25      insbesondere Polymere wie Polixetoniumchlorid, Kaliumbenzoat, Natriumformaldehydsulfoxylat, Natriumpropionat sowie Thimerosal.

30      Sequestriermittel werden verwendet, um die Stabilität der erfindungsgemäßen pharmazeutischen Zusammensetzung zu verbessern; dazu zählen z.B. die Cyclodextrine, bei denen es um eine Familie natürlicher cyclischer Oligosaccharide handelt, die mit unterschiedlichen Stoffen Einschlußkomplexe bilden können und unterschiedliche Ringgrößen

aufweisen, wobei man diejenigen mit 6, 7 und 8 Glucoseresten pro Ring üblicherweise als  $\alpha$ -Cyclodextrine,  $\beta$ -Cyclodextrine bzw.  $\gamma$ -Cyclodextrine bezeichnet. Zu geeigneten Cyclodextrinen zählen z.B.  $\alpha$ -Cyclodextrin,  $\beta$ -Cyclodextrin,  $\gamma$ -Cyclodextrin,  $\delta$ -Cyclodextrin sowie kationisierte Cyclodextrine.

Zu den Lösungsmitteln, die bei der Herstellung der erfindungsgemäßen pharmazeutischen Zusammensetzungen verwendet werden können, zählen z.B. Aceton, Alkohol, Amylenhydrat, Butylalkohol, Maiskeimöl, Baumwollsamöl, Essigester, Glycerin, Hexylenglykol, Isopropylalkohol, Isostearylalkohol, Methylalkohol, Methylenchlorid, Mineralöl, Erdnußöl, Phosphorsäure, Polyethylenglykol, Polyoxypropylen-15-stearylether, Propylenglykol, Propylenglykoldiacetat, Sesamöl und gereinigtes Wasser.

Zu den Stabilisatoren, die sich geeigneterweise verwenden lassen, zählen z.B. Calciumsaccharat und Thymol.

Verdickungsmittel werden typischerweise bei Formulierungen zur topischen Anwendung verwendet, um diesen die gewünschte Viskosität bzw. die gewünschten Handhabungseigenschaften zu verleihen; dazu zählen z.B. Cethylesterwachs, Myristylalkohol, Paraffin, synthetisches Paraffin, Emulgierwachs, mikrokristallines Wachs, gebleichtes Wachs und gelbes Wachs.

Zucker werden häufig verwendet, um den erfindungsgemäßen pharmazeutischen Zusammensetzungen verschiedene erwünschte Eigenschaften zu verleihen und um die erzielten Ergebnisse zu verbessern; dazu zählen z.B. Monosaccharide, Disaccharide und Polysaccharide wie Glucose, Xylose, Fruktose, Reose, Ribose, Pentose, Arabinose, Allose, Tallose, Altrose, Mannose, Galaktose, Laktose, Saccharose, Erythrose, Glyceraldehyd oder deren Kombinationen.



Tenside werden verwendet, um erfindungsgemäßen pharmazeutischen Zusammensetzungen mit mehreren Bestandteilen Stabilität zu verleihen, bereits vorhandene Eigenschaften dieser Zusammensetzungen zu verstärken und den Zusammensetzungen neue erwünschte Eigenschaften zu verleihen. Tenside werden als Netzmittel, Antischaummittel, zur Verringerung der Oberflächenspannung von Wasser sowie als Emulgatoren, Dispergatoren und Penetrationsförderer verwendet; dazu zählen z.B. Lapyriumchlorid; Laureth 4, d.h.  $\alpha$ -Dodecyl- $\omega$ -hydroxy-poly(oxy-1,2-ethandiyl)- oder Polyethylenglykolmonododecylether, Laureth-9, d.h. ein Gemisch aus Polyethylenglykolmonododecylethern mit einem Durchschnitt von 9 Ethylenoxidgruppen pro Molekül, Monoethanolamin; Nonoxynol-4,-9 und -10, d.h. Polyethylenglykolmono(p-nonylphenyl)ether; Nonoxynol-15, d.h.  $\alpha$ -(p-Nonylphenyl)- $\omega$ -hydroxypenta-deca(oxyethylen); Nonoxynol 30, d.h.  $\alpha$ -(p-Nonylphenyl)- $\omega$ -hydroxytriaconta(oxyethylen), Poloxalene, d.h. nichtionogenes Polymer des Typs Polyethylenpolypropylenglykol, MG = ca. 3000, Poloxamer, das oben den Salbengrundlagen diskutiert wurde, Polyoxyl(8)-, -(40)- und -(50)-Stearat, d.h. Poly(oxy-1,2-ethanediyl)- $\alpha$ -hydro- $\omega$ -hydroxy-octadecanoat; Polyoxyl-10-oleylether, d.h. Poly(oxy-1,2-ethandiyl)-,  $\alpha$ -[(Z)-9-Octadecenyl- $\omega$ -hydroxy-[Lakune], Polysorbat 20, d.h. Poly(oxy-1,2-ethandiyl)sorbitanmonododecanoat, Polysorbat 40, d.h. Poly(oxy-1,2-ethandiyl)sorbitanmonohexadecanoat, Polysorbat 60, d.h. Poly(oxy-1,2-ethandiyl)sorbitanmonooctadecanoat, Polysorbat 65, d.h. Poly(oxy-1,2-ethandiyl)sorbitantrioctadecanoat, Polysorbat 80, d.h. Poly(oxy-1,2-ethandiyl)sorbitanmono-9-octadecenoat, Polysorbat 85, d.h. Poly(oxy-1,2-ethandiyl)sorbitantri-9-octadecenoat, Natriumlaurylsulfat; Sorbitanmonolaurat, Sorbitanmonooleat, Sorbitanmonopalmitat, Sorbitanmonostearat, Sorbitansesquioleat, Sorbitantrioleat und Sorbitantristearat.

Die Herstellung der erfindungsgemäßen pharmazeutischen Zusammensetzungen erfolgt auf äußerst einfache Art, wie dies dem Durchschnitts-

fachmann gut bekannt ist. Handelt es sich bei den erfindungsgemäßen pharmazeutischen Zusammensetzungen um einfache wäßrige Lösungen bzw. Lösungen in anderen Lösungsmitteln, so werden die verschiedenen Bestandteile der Gesamtzusammensetzung in einer beliebigen praktischen Reihenfolge zusammengegeben, die hauptsächlich von 5 Gründen der Bequemlichkeit bestimmt wird. Diejenigen Bestandteile, die eine geringere Löslichkeit in Wasser, jedoch eine ausreichende Löslichkeit in dem gleichen Hilfslösungsmittel mit Wasser aufweisen, lassen sich alle in diesem Hilfslösungsmittel auflösen, wonach der Wasseranteil des Trägers mit der Hilfslösung versetzt wird, wodurch sich 10 die darin gelösten Stoffe im Wasser lösen. Zur Unterstützung dieses Dispergiervorgangs bzw. Lösungsvorgangs kann ein Tensid eingesetzt werden.

15 Sollen die erfindungsgemäßen pharmazeutischen Zusammensetzungen in Form von Emulsionen vorliegen, so werden die Bestandteile der pharmazeutischen Zusammensetzung gemäß den folgenden allgemeinen Vorgehensweisen zusammengegeben. Die geschlossene Wasserphase wird erst auf eine Temperatur im Bereich von ungefähr 60°C bis ungefähr 20 95°C, vorzugsweise ungefähr 70°C bis ungefähr 95°C, erhitzt, wobei die Wahl der verwendeten Temperatur von den physikalischen und chemischen Eigenschaften der Bestandteile, die die Öl-in-Wasser-Emulsion bilden, abhängt. Sobald die geschlossene Wasserphase die gewählte Temperatur erreicht hat, werden die Bestandteile der 25 endgültigen Zusammensetzung, die in diesem Stadium zugegeben sind, unter starkem Rühren mit dem Wasser vermischt und darin dispergiert. Als nächstes wird die Temperatur des Wassers auf ungefähr das Ausgangsniveau gebracht, wonach die Bestandteile der Zusammensetzung, die den nächsten Schritt bilden, zu der Zusammen- 30 setzungsmischung unter mäßigem Rühren zugegeben werden, und es wird ungefähr 5 bis ungefähr 60 Minuten, vorzugsweise ungefähr 10 bis ungefähr 30 Minuten, je nach den Bestandteilen der ersten zwei Stufen,

weiter gemischt. Hiernach wird die Zusammensetzungsmischung passiv oder aktiv auf ungefähr 20°C bis ungefähr 55°C gekühlt, so daß in den verbleibenden Stufen weitere Komponenten zugegeben werden können, wonach so viel Wasser zugegeben wird, daß die ursprünglich bestimmte  
5 Konzentration in der Gesamtzusammensetzung erzielt wird.

Erfindungsgemäß können die pharmazeutischen Zusammensetzungen in Form eines sterilen Injektionspräparats, zum Beispiel einer sterilen wäßrigen oder öligen Suspension zur Injektion vorliegen. Diese  
10 Suspension läßt sich nach fachbekannten Techniken mit geeigneten Dispergier-, Netz- und Suspendiermitteln formulieren. Bei dem sterilen Injektionspräparat kann es sich auch um eine sterile Lösung oder Suspension zur Injektion in einem nichttoxischen parenteral unbedenklichen Verdünnungsmittel oder Lösungsmittel handeln, zum Beispiel in Form  
15 einer Lösung in 1,3-Butandiol. Zu den unbedenklichen Konstituenten und Lösungsmitteln, die verwendet werden können, zählen Wasser, Ringersche Lösung sowie isotonische Kochsalzlösung. Außerdem werden sterile stabilisierte Öle üblicherweise als Lösungs- oder Suspendiermittel verwendet. Jedes milde stabilisierte Öl, darunter auch synthetische Mono-  
20 oder Diglyceride, kann für diesen Zweck verwendet werden. Fettsäuren wie Ölsäure und seine Glyceridderivate eignen sich zur Herstellung von Iniektabilia, ebenso natürliche pharmazeutisch unbedenkliche Öle, wie Olivenöl oder Rizinusöl, insbesondere in Form ihrer Polyethoxylate. Diese Öllösungen oder -suspensionen können auch als Verdünnungs- oder  
25 Dispergiermittel einen langkettigen Alkohol wie RH, HCIX oder einen ähnlichen Alkohol enthalten.

Die erfindungsgemäßen pharmazeutischen Zusammensetzungen lassen sich oral in einer beliebigen oral unbedenklichen Dosierungsform  
30 verabreichen, darunter Kapseln, Tabletten, wäßrige Suspensionen oder Lösungen, was jedoch keine Einschränkung darstellen soll. Bei den Oralttabletten zählen Laktose und Maisstärke zu häufig verwendeten

Trägern. Typischerweise werden auch Gleitmittel wie Magnesiumstearat zugegeben. Bei der oralen Verabreichung in Kapselform zählen Laktose und getrocknete Maisstärke zu nützlichen Streckmitteln. Sollen wäßrige Lösungen oral verwendet werden, so wird der Wirkstoff mit Emulgatoren und Suspendiermitteln vereinigt. Falls gewünscht können auch bestimmte Süßstoffe, Geschmacksstoffe oder Farbstoffe zugegeben werden. Die erfindungsgemäßen pharmazeutischen Zusammensetzungen können jedoch auch in Form von Suppositorien zur rektalen Verabreichung verabreicht werden. Solche Suppositorien können dadurch hergestellt werden, daß man das Mittel mit einem geeigneten nicht reizenden Exzipiens vermischt, welches bei Raumtemperatur fest, bei der Rektaltemperatur jedoch flüssig ist und deshalb im Rektum schmilzt und so den Arzneistoff freigibt. Zu diesen Substanzen zählen Kakaobutter, Bienenwachs sowie Polyethylenglykole.

Die erfindungsgemäßen pharmazeutischen Zusammensetzungen können auch topisch verabreicht werden, insbesondere dann, wenn Flächen oder Organe, die einer topischen Anwendung leicht zugänglich sind, das Ziel der Behandlung bilden, darunter Augenerkrankungen, Hauterkrankungen oder Erkrankungen des unteren Verdauungstrakts. Geeignete topische Formulierungen lassen sich leicht für diese Flächen oder Organe herstellen.

Die topische Anwendung für den unteren Verdauungstrakt kann als Rektalsuppositorienformulierung wie oben beschrieben oder in Form eines geeigneter Darmeinlaufformulierung erfolgen. Topisch wirksame Transdermalpflaster können ebenfalls verwendet werden.

Für die topische Anwendung können die pharmazeutischen Zusammensetzungen als geeignete Salbe formuliert werden, die den wirksamen Bestandteil in einem oder mehreren Trägern suspendiert oder gelöst enthält. Zu Trägern für die topische Verabreichung der erfindungs-

gemäßen Verbindungen zählen Mineralöl, Paraffinöl, weißes Vaseline, Propylenglykol, Polyoxyethylen-Polyoxypropylen-Verbindung, emulgierendes Wachs und Wasser, was jedoch keine Einschränkung darstellen soll. Die pharmazeutischen Zusammensetzungen können jedoch auch als geeignete Lotion oder Creme, die die wirksamen Bestandteile in einem oder mehreren pharmazeutisch unbedenklichen Trägern suspendiert oder gelöst enthalten, formuliert werden. Zu geeigneten Trägern zählen Mineralöl, Sorbitanmonostearat, Polysorbat, Cetylsterwachs, Cetearylalkohol, 2-Octyldodecanol, Benzylalkohol und Wasser, was jedoch keine Einschränkung darstellen soll.

Zu pharmazeutischen Zusammensetzungen, auf die sich die vorliegende Verbindung erstreckt, zählen auch diejenigen, bei denen die therapeutisch wirksame Menge eines Wirkstoffs mit einer Verbindung der Formel I, die zur Behandlung oder Vorbeugung von durch Modulation der PDE VII-Aktivität wie hierin beschrieben vermittelten bzw. damit assoziierten Erkrankungen, krankhaften Störungen und Leiden erforderlich ist, in einer zur systemischen Verabreichung geeigneten Dosierungsform bereitgestellt wird. Eine derartige pharmazeutische Zusammensetzung enthält den Wirkstoff in einer geeigneten flüssigen Form zur Abgabe durch: (1) Injektion oder Infusion, sei es intraarteriell, intra- oder transdermal, subkutan, intramuskulär, intraspinal, intrathecal oder intravenös, wobei der Wirkstoff (a) als gelöster Stoff in Lösung vorliegt, (b) in der offenen Phase einer Emulsion oder in der offenen Phase einer Emulsion mit Phasenumkehr, bei der sich die Phase bei Injektion oder Infusion umkehrt, wobei solche Emulsionen geeignete Emulgatoren enthalten, vorliegt, oder (c) in einer Suspension als suspendierter Feststoff in kolloidaler Form oder in Form feinsten Teilchen vorliegt, wobei diese Suspension geeignete Suspendiermittel enthält, (2) Injektion oder Infusion in geeignete Körpergewebe oder -höhlen als Depot, wobei die Zusammensetzung den Wirkstoff lagert und anschließend zur systemischen Verteilung in Form einer Delayed-

Release, Sustained-Release bzw. Controlled-Release freigibt, (3) Instillation, Inhalation oder Insufflation der pharmazeutischen Zusammensetzung in einer geeigneten festen Form in geeignete Körpergewebe oder -höhlen, wobei der Wirkstoff (a) in einem festen Implantat der Zusammensetzung vorliegt, das für die Freisetzung des Wirkstoffs in Form einer Delayed-Release, Sustained-Release bzw. Controlled-Release sorgt, (b) in einer teilchenförmigen Zusammensetzung, die in die Lunge eingeatmet wird, vorliegt, bzw. (c) in einer teilchenförmigen Zusammensetzung vorliegt, die in geeignete Körpergewebe oder -höhlen eingeblasen wird, wo die Zusammensetzung gewünschtenfalls für die Freisetzung des Wirkstoffs in Form einer Delayed-Release, Sustained-Release bzw. Controlled-Release bereitsteht, oder (4) Einnahme der pharmazeutischen Zusammensetzung in einer geeigneten festen oder flüssigen Form zur peroralen Abgabe des Wirkstoffs, wobei der Wirkstoff in einer festen Dosierungsform enthalten ist, oder (b) in einer flüssigen Dosierungsform enthalten ist.

Zu einzelnen Dosierungsformen der oben beschriebenen pharmazeutischen Zusammensetzungen zählen (1) Suppositorien als Spezialtyp eines Implantats, welche Grundlagen umfassen, die bei Raumtemperatur fest sind, jedoch bei Körpertemperatur schmelzen und so den Wirkstoff, den sie umfassen, langsam in das umgebende Körpergewebe abgeben, wo der Wirkstoff absorbiert wird und ein Transport erfolgt, so daß er systemisch verabreicht wird, (2) feste perorale Dosierungsformen der Gruppe (a) Oraltabletten, Kapseln, Caplets, Pastillen, Trochisken und mehrteilige Formen mit Delayed-Release-Freisetzung, (b) magensaftresistente Tabletten und Kapseln, die die Freisetzung und Absorption im Magen verhindern und so die Abgabe jenseits des Magens des behandelten Patienten ermöglichen, (c) Oraltabletten, Kapseln und feinteilige Formen mit Sustained-Release-Freigabe zur systemischen gesteuerten Freisetzung des Wirkstoffs über einen Zeitraum bis zu 24 Stunden, (d) rasch zerfallende Tabletten, (e) eingekapselte Lösungen, (f)

Oralpasten, (g) ein Granulat, das in die bzw. in das Nahrungsmittel eines behandelten Patienten eingebracht wird, sowie (h) flüssige perorale Dosierungsformen aus der Gruppe der Lösungen, Suspensionen, Emulsionen, Emulsionen mit Phasenumkehr, Elexiere, Extrakte, Tinkturen und Konzentrate.

Zu pharmazeutischen Zusammensetzungen, auf die sich die vorliegende Verbindung erstreckt, zählen auch diejenigen, bei denen die therapeutisch wirksame Menge eines Wirkstoffs mit einer erfindungsgemäßen Verbindung, die zur Behandlung oder Vorbeugung von durch Modulation der PDE VII-Aktivität wie hierin beschrieben vermittelten bzw. damit assoziierten Erkrankungen, krankhaften Störungen und Leiden erforderlich ist, in einer Dosierungsform bereitgestellt wird, die sich für die lokale Verabreichung an einen behandelten Patienten eignet; wobei eine derartige pharmazeutische Zusammensetzung den Wirkstoff in einer geeigneten flüssigen Form enthält, um den Wirkstoff abzugeben durch (1) lokale Injektion oder Infusion, sei es intraarteriell, intraartikulär, intrachondrial, intrakostal, intrazystisch, intra- oder transdermal, intrafasciculär, intraligamentös, intramedullär, intramuskulär, intranasal, intraneural, intraoculär, d.h. ophthalmische Verabreichung, intraossär, intrapelvin, intrapericardial, intraspinal, intrasternal, intrasynovial, intratarsal oder intrathecal, darunter auch Bestandteile, die für eine Delayed-Release-, Controlled-Release- bzw. Sustained-Release-Freisetzung des Wirkstoffs an diesem Locus sorgen, wobei der Wirkstoff (a) als gelöster Stoff in Lösung vorliegt, (b) in der offenen Phase einer Emulsion oder in der offenen Phase einer Emulsion mit Phasenumkehr, bei der sich die Phase bei Injektion oder Infusion umkehrt, wobei solche Emulsionen geeignete Emulgatoren enthalten, vorliegt, oder (c) in einer Suspension als suspenderter Feststoff in kolloidaler Form oder in Form feinsten Teilchen vorliegt, wobei diese Suspension geeignete Suspendermittel enthält, (2) in einer Injektion oder Infusion als Depot enthalten ist zur Freisetzung des Wirkstoffs an den Locus; wobei die

Zusammensetzung den Wirkstoff lagert und anschließend an den Lokus in Form einer Delayed-Release, Sustained-Release bzw. Controlled-Release freigibt, wobei die Zusammensetzung auch Bestandteile beinhaltet, die sicherstellen, daß der Wirkstoff in erster Linie lokal wirkt und wenig systemisches Carry-over verursacht, oder wobei die pharmazeutische Zusammensetzung den Wirkstoff in einer geeigneten festen Form zur Abgabe des Inhibitors auf folgenden Weg enthält: (3) Instillation, Inhalation oder Insufflation an diesen Lokus, wobei der Wirkstoff enthalten ist in: (a) einem festen Implantat der Zusammensetzung, das an diesem Lokus implantiert wird, wobei die Zusammensetzung den Wirkstoff gegebenenfalls in Form einer Delayed-Release-, Sustained-Release- bzw. Controlled-Release-Freisetzung an den Lokus freigibt, (b) in einer teilchenförmigen Zusammensetzung, die in einen Lokus, darunter auch die Lunge, eingeatmet wird, bzw. (c) in einer teilchenförmigen Zusammensetzung, die in einen Lokus eingeblasen wird, wobei die Zusammensetzung Bestandteile beinhaltet, die sicherstellen, daß der Wirkstoff in erster Linie lokal wirkt und unwesentlich einem systemischen Carry-over unterliegt, sowie gegebenenfalls den Wirkstoff lokal in Form einer Delayed-Release-, Sustained-Release- bzw. Controlled-Release-Freigabe freisetzt. Zur ophthalmischen Verwendung lassen sich die pharmazeutischen Zusammensetzungen als mikronisierte Suspension in einer isotonischen sterilen Kochsalzlösung mit eingestelltem pH oder vorzugsweise als Lösungen in einer isotonischen sterilen Kochsalzlösung mit eingestelltem pH, mit oder ohne Konservierungsmittel wie Benzylalkoniumchlorid formulieren. Zur ophthalmischen Verwendung lassen sich die pharmazeutischen Zusammensetzungen auch in einer Salbe wie Vaseline formulieren.

Die erfindungsgemäßen pharmazeutischen Zusammensetzungen lassen sich auch mit einem Nasen-Aerosol oder durch Inhalation mit Verwendung eines Nebulisators, Trockenpulverinhalators oder Dosierinhalators verabreichen. Solche Zusammensetzungen werden nach Techniken, die



in der Galenik gut bekannt sind, hergestellt, und können in Form von Lösungen in Kochsalzlösung mit Benzylalkohol oder anderen geeigneten Konservierungsmitteln, Resorptionsförderern zur Verbesserung der biologischen Verfügbarkeit, Fluorkohlenwasserstoffen und/oder anderen üblichen Solubilisierungsmitteln oder Dispergatoren hergestellt werden.

Wie bereits erwähnt können die erfindungsgemäßen Verbindungen der Formel I einen zu behandelnden Patienten systemisch in Form einer pharmazeutischen Zusammensetzung in einer geeigneten flüssigen Form mittels Injektion oder Infusion verabreicht werden. Im Körper des Patienten befinden sich verschiedene Stellen und Organsysteme, die es der korrekt formulierten pharmazeutischen Zusammensetzung, sobald sie injiziert oder infundiert ist, gestatten, den gesamten Körper und alle Organsysteme des behandelten Patienten zu durchdringen. Bei einer Injektion handelt es sich um eine Einzeldosis der pharmazeutischen Zusammensetzung, die üblicherweise mittels einer Spritze in das betreffende Gewebe eingepreßt wird. Die häufigsten Arten der Injektion sind intramuskulär, intravenös und subkutan. Im Gegensatz dazu handelt es sich bei der Infusion um die langsame Einbringung der pharmazeutischen Zusammensetzung in das betroffene Gewebe. Die häufigste Art der Infusion ist die intravenöse Infusion. Zu weiteren Arten der Injektion oder Infusion zählen die intraarterielle, intra- oder transdermale (darunter auch subkutane) oder intraspinale, insbesondere intratekale, Injektion oder Infusion. In diesen flüssigen pharmazeutischen Zusammensetzungen kann der Wirkstoff als gelöster Stoff in Lösung vorliegen. Dies stellt den häufigsten und am stärksten bevorzugten Typ einer solchen Zusammensetzung dar, es ist jedoch ein Wirkstoff in einer Salzform erforderlich, die eine einigermaßen gute Löslichkeit in Wasser aufweist. Das mit Abstand am stärksten bevorzugte Lösungsmittel für solche Zusammensetzungen ist Wasser (oder Kochsalzlösung). Gelegentlich können übersättigte Lösungen verwendet werden, diese sind

jedoch problematisch in bezug auf ihre Stabilität und daher für den alltäglichen Gebrauch unpraktisch.

Falls es nicht möglich ist, eine bevorzugte Verbindung in einer Form zu erhalten, die die erforderliche Löslichkeit in Wasser aufweist, wie dies manchmal der Fall ist, kann der Durchschnittsfachmann mit seinen Fähigkeiten eine Emulsion herstellen, wobei es sich um eine Dispersion von kleinen Tröpfchen einer Flüssigkeit, der offenen oder inneren Phase, in einer zweiten Flüssigkeit, der geschlossenen oder äußeren Phase, mit der diese unmischbar ist, handelt. Die beiden Flüssigkeiten werden durch pharmazeutisch unbedenkliche Emulgatoren in emulgiertem Zustand gehalten. Handelt es sich bei dem Wirkstoff um ein wasserunlösliches Öl, kann er daher in einer Emulsion, bei der er die offene Phase bildet, verabreicht werden. Ist der Wirkstoff wasserunlöslich, jedoch in einem mit Wasser unmischbaren Lösungsmittel löslich, kann ebenfalls eine Emulsion verwendet werden. Obwohl der Wirkstoff am häufigsten als offene oder innere Phase einer sogenannten Öl-in-Wasser-Emulsion verwendet würde, könnte er auch als offene oder innere Phase einer Emulsion mit Phasenumkehr, die üblicherweise als Wasser-in-Öl-Emulsion bezeichnet wird, verwendet werden. Hier ist der Wirkstoff wasserlöslich und könnte als einfache wäßrige Lösung verabreicht werden. Solche Emulsionen mit Phasenumkehr invertieren jedoch bei Injektion oder Infusion in ein wäßriges Medium, wie das Blut, und bieten den Vorteil eines rascheren und wirksameren Dispergierens des Wirkstoffs in dieses wäßrige Medium als bei Verwendung einer wäßrigen Lösung. Emulsionen mit Phasenumkehr werden mit fachbekannten geeigneten pharmazeutisch unbedenklichen Emulgatoren hergestellt.

Ist der Wirkstoff beschränkt wasserlöslich, so kann er auch als suspendierter Feststoff in kolloidaler oder feinteiliger Form in einer Suspension, die unter Verwendung geeigneter pharmazeutisch unbedenklicher Suspendiermittel hergestellt wird, verabreicht werden. Die

den Wirkstoff enthaltenden suspendierten Feststoffe können auch als Zusammensetzungen mit Delayed-Release-, Sustained-Release-, bzw. Controlled-Release-Freigabe formuliert werden.

5 Obwohl die systemische Verabreichung am häufigsten durch Injektion oder Infusion einer Flüssigkeit erfolgt, existieren viele Situationen, in denen es vorteilhaft oder sogar erforderlich ist, den Wirkstoff als Feststoff abzugeben. Die systemische Verabreichung von Feststoffen wird durch  
10 Instillation, Inhalation oder Insufflation einer pharmazeutischen Zusammensetzung in geeigneter fester Form, die den Wirkstoff enthält, durchgeführt. Bei der Instillation des Wirkstoffs kann ein festes Implantat der Zusammensetzung in geeignete Körpergewebe oder -höhlen eingesetzt werden. Das Implantat kann eine Matrix aus biologisch kompatiblen und biologisch abbaubaren Substanzen enthalten, in der  
15 Teilchen eines festen Wirkstoffs dispergiert sind, oder in der möglicherweise Tröpfchen oder isolierte Zellen eines flüssigen Wirkstoffs eingeschlossen sind. Die Matrix soll vom Körper möglichst abgebaut und vollständig resorbiert werden. Die Zusammensetzung der Matrix wird auch bevorzugt so ausgewählt, daß der Wirkstoff über längere Zeiträume,  
20 sogar mehrere Monate, in Form einer Controlled-Release-, Sustained-Release- bzw. Delayed-Release-Freisetzung abgegeben wird.

Der Ausdruck "Implantat" bezieht sich meistens auf eine feste wirkstoffhaltige pharmazeutische Zusammensetzung, während der  
25 Ausdruck "Depot" üblicherweise eine flüssige wirkstoffhaltige pharmazeutische Zusammensetzung bedeutet, die in einem beliebigen geeigneten Körpergewebe oder einer beliebigen geeigneten Körperhöhle abgelegt wird und so ein Reservoir oder einen Pool bildet, der langsam in die umgebenden Gewebe und Organe wandert und schließlich und  
30 endlich systemisch verteilt wird. Diese Unterscheidungen werden in der Fachwelt jedoch nicht immer streng gehandhabt und es wird daher vorgesehen, daß sich der Umfang der vorliegenden Erfindung auf flüssige

Implantate und feste Depots sowie sogar jeweils feste und flüssige Mischformen erstreckt. Suppositorien können als eine Art Implantat aufgefaßt werden, da sie Grundlagen enthalten, die bei Raumtemperatur fest sind, jedoch bei der Körpertemperatur eines Patienten schmelzen und so den Wirkstoff, mit dem sie ausgestattet sind, langsam in das umgebende Gewebe des Körpers des Patienten freigeben, wo der Wirkstoff resorbiert und abtransportiert wird, und so systemisch verabreicht wird.

Die systemische Verabreichung läßt sich auch mittels Inhalation oder Insufflation eines Pulvers durchführen, d.h. einer teilchenförmigen wirkstoffhaltigen Zusammensetzung. Zum Beispiel kann der Wirkstoff in Pulverform mit üblichen Geräten zur Aerosolbildung teilchenförmiger Formulierungen in die Lunge eingeatmet werden. Der Wirkstoff kann als teilchenförmige Formulierung auch durch Insufflation verabreicht werden, d.h. durch einfaches Stäuben oder mit üblichen Geräten zur Aerosolbildung von teilchenförmigen Formulierungen in geeignete Körpergewebe oder -höhlen geblasen oder anderweitig dispergiert werden. Diese teilchenförmigen Zusammensetzungen können ebenfalls nach gut bekannten Prinzipien und mit bekannten Materialien so formuliert werden, daß man zu einem Wirkstoff mit Delayed-Release-, Sustained-Release- bzw. Controlled-Release-Freigabe gelangt.

Zu weiteren Möglichkeiten der systemischen Verabreichung, bei denen die erfindungsgemäßen Wirkstoffe entweder in flüssiger oder in fester Form verwendet werden, zählen der transdermale, intranasale und ophthalmische Verabreichungsweg. Insbesondere können Transdermalpflaster nach in der Arzneistoffabgabe bekannten Techniken hergestellt und auf die Haut des zu behandelnden Patienten aufgebracht werden, wonach der Wirkstoff aufgrund seiner formulierten Löslichkeitseigenschaften durch die Epidermis und in die Dermis-schichten der Haut des Patienten wandert, wo er als Teil der allgemeinen Zirkulation des

Patienten aufgenommen wird und schließlich und endlich zu einer systemischen Verteilung des Wirkstoffs über eine gewünschte, längere Zeitdauer führt. Dazu zählen auch Implantate, die unter die Epidermisschicht der Haut gegeben werden, d.h. zwischen die Epidermis und die Dermis der Haut des behandelten Patienten. Ein derartiges Implantat wird gemäß gut bekannter Prinzipien und Materialien, die häufig bei dieser Abgabetechnik verwendet werden, formuliert, und kann auf solche Art und Weise hergestellt werden, daß der Wirkstoff nach dem Prinzip der Controlled-Release-, Sustained-Release- bzw. Delayed-Release-Freisetzung in die systemische Zirkulation des Patienten abgegeben wird. Derartige subepidermalen (subkutikulären) Implantate sind genauso leicht wie Transdermalpflaster einzusetzen und bieten die gleiche wirksame Abgabe, jedoch ohne dem Abbau, der Schädigung oder der zufälligen Entfernung ausgesetzt zu sein, die davon herrührt, daß das Pflaster auf der äußersten Schicht der Haut des Patienten exponiert ist.

In der obigen Beschreibung der pharmazeutischen Zusammensetzungen, die eine bevorzugte Verbindung enthalten, wurden die gleichwertigen Ausdrücke "Verabreichung", "Verabreichung von", "Verabreichen" und "ein (e)...verabreichen" in bezug auf diese pharmazeutischen Zusammensetzungen verwendet. Diese Ausdrücke sollen im vorliegenden Zusammenhang bedeuten, daß einen behandlungsbedürftigen Patienten eine erfindungsgemäße pharmazeutische Zusammensetzung auf einem beliebigen der hier beschriebenen Verabreichungswege zur Verfügung gestellt wird, wobei es sich bei dem Wirkstoff um eine bevorzugte Verbindung oder ein Prodrug, ein Derivat oder einen Metaboliten hiervon handelt, das bzw. der sich zur Behandlung einer durch Modulation der PDE VII-Aktivität vermittelten oder hiermit assoziierten Erkrankung, krankhaften Störung oder eines derartigen Leiden bei diesem Patienten eignet. Die vorliegende Erfindung erstreckt sich daher auf eine beliebige andere Verbindung, die bei Verabreichung an einen Patienten fähig ist, eine bevorzugte Verbindung

direkt oder indirekt zur Verfügung zu stellen. Solche Verbindungen sind als Prodrugs bekannt, und es existieren viele etablierte Vorgehensweisen zur Herstellung solcher Prodrug-Formen der bevorzugten Verbindungen.

- 5 Die Dosis bzw. Dosierung der bei der Behandlung oder Vorbeugung einer durch Modulation der PDE VII-Aktivität vermittelten bzw. damit assoziierten Erkrankung, krankhaften Störung bzw. eines derartigen Leidens hängt von verschiedenen Faktoren wie der Art des Inhibitors, der Größe des Patienten, dem Behandlungsziel, der Art der zu behandelnden Pathologie, der jeweils verwendeten pharmazeutischen Zusammensetzung sowie den Beobachtungen und Schlußfolgerungen des behandelnden Arztes ab.

- 15 Bei einer oralen Dosierungsform, z.B. einer Tablette oder Kapsel, liegen geeignete Dosismengen der Verbindungen der Formel I zwischen ungefähr 0,1 µg Wirkstoff/kg und ungefähr 50,0 mg Wirkstoff/kg Körpergewicht und Tag, vorzugsweise zwischen ungefähr 5,0 µg Wirkstoff/kg und ungefähr 5,0 mg Wirkstoff/kg Körpergewicht und Tag, stärker bevorzugt zwischen ungefähr 10,0 µg Wirkstoff/kg und ungefähr 1,0 mg Wirkstoff/kg Körpergewicht und Tag, am stärksten bevorzugt zwischen ungefähr 20,0 µg Wirkstoff/kg und ungefähr 0,5 mg Wirkstoff/kg Körpergewicht und Tag.

- 25 Wird die Dosierungsform topisch an die Bronchien und die Lunge verabreicht, z.B. mittels Pulverinhalator oder Nebulisator, so liegen geeignete Dosismengen der Verbindungen zwischen ungefähr 0,001 µg Wirkstoff/kg und ungefähr 10,0 mg Wirkstoff/kg Körpergewicht und Tag, vorzugsweise zwischen ungefähr 0,5 µg Wirkstoff/kg und ungefähr 0,5 mg Wirkstoff/kg Körpergewicht und Tag, stärker bevorzugt zwischen 1,0 µg Wirkstoff/kg und ungefähr 0,1 mg Wirkstoff/kg Körpergewicht und Tag,
- 30

am stärksten bevorzugt zwischen ungefähr 2,0 µg Wirkstoff/kg und ungefähr 0,05 mg Wirkstoff/kg Körpergewicht und Tag.

Um den Bereich der oralen Tagesdosis, die wie oben beschrieben verwendet werden könnte, zu erläutern und unter Zuhilfenahme eines typischen Körpergewichts von 10 kg und 100 kg liegen geeignete Dosismengen der Verbindungen der Formel I zwischen ungefähr 1,0 – 10,0 µg und 500,0 – 5000,0 mg des Wirkstoffs mit einer bevorzugten Verbindung pro Tag, vorzugsweise zwischen ungefähr 50,0 und 500,0 µg und 50,0 – 500,0 mg des Wirkstoffs mit einer bevorzugten Verbindung pro Tag, stärker bevorzugt zwischen ungefähr 100,0 – 1000,0 µg und 10,0 – 100,0 mg eines Wirkstoffs mit einer bevorzugten Verbindung pro Tag, am stärksten bevorzugt zwischen ungefähr 200,0 – 20000 µg und ungefähr 5,0 – 500 mg des Wirkstoffs mit einer bevorzugten Verbindung pro Tag. Diese Dosierbereiche stellen Gesamtdosismengen des Wirkstoffs pro Tag für einen bestimmten Patienten dar. Wie oft eine Dosis pro Tag verabreicht wird, hängt von pharmakologischen und pharmakokinetischen Faktoren wie der Halbwertszeit des Wirkstoffs, welche seine Katabolisierungsgeschwindigkeit und Clearance widerspiegelt, sowie dem minimalen und optimalen Blutplasmaspiegel bzw. anderen Körperflüssigkeitsspiegeln des Wirkstoffs in einem Patienten, die für eine therapeutische Wirksamkeit erforderlich sind, ab.

Bei der Festsetzung der Anzahl Dosen pro Tag und der Wirkstoffmenge pro Dosis, die verabreicht werden, müssen auch zahlreiche andere Faktoren in Betracht gezogen werden. Ein weiterer derartiger Faktor ist nicht zuletzt die jeweilige Reaktion des behandelten Patienten. So werden zum Beispiel bei Verwendung des Wirkstoffs zur Behandlung oder Vorbeugung von Asthma bei topischer Verabreichung über Aerosol-Inhalation in die Lungen ein bis vier Dosen, die aus Betätigungen eines Abgabegeräts bestehen, d.h. "Sprühstößen" eines Inhalators, pro Tag

verabreicht, wobei jede Dosis ungefähr 50,0 µg bis ungefähr 10,0 mg Wirkstoff enthält.

5 Die Erfindung betrifft weiterhin auch Arzneimittel mit mindestens einer Verbindung der Formel I und/oder ihren pharmazeutisch verwendbaren Derivaten, Solvaten und Stereoisomeren, deren Mischungen in allen Verhältnissen, sowie gegebenenfalls Exzipientien und/oder Hilfsstoffen.

10 Die Erfindung betrifft weiterhin auch Arzneimittel mit mindestens einer Verbindung der Formel I und/oder ihren pharmazeutisch verwendbaren Derivaten, Solvaten und Stereoisomeren, einschließlich deren Mischungen in allen Verhältnissen sowie mindestens einem weiteren Arzneimittelwirkstoff.

15 Die Erfindung betrifft auch einen Satz (ein Kit) bestehend aus getrennten Packungen

(a) einer wirksamen Menge einer Verbindung der Formel I und/oder ihren pharmazeutisch verwendbaren Derivaten, Solvaten und Stereoisomeren, sowie deren Mischungen in allen Verhältnissen und

20 (b) einer wirksamen Menge eines weiteren Arzneimittelwirkstoffs.

25 Der Satz beinhaltet geeignete Behältnisse wie Schachteln, einzelne Flaschen, Beutel oder Ampullen. Der Satz kann zum Beispiel einzelne Ampullen umfassen, die jeweils eine wirksame Menge einer Verbindung der Formel I und/oder ihrer pharmazeutisch verwendbaren Derivate, Solvate und Stereoisomeren, einschließlich deren Mischungen in allen Verhältnissen, sowie eine wirksame Menge eines weiteren Arzneimittelwirkstoffs in gelöster oder lyophilisierter Form enthalten.

30

Vor- und nachstehend sind alle Temperaturen in °C angegeben. In den nachfolgenden Beispielen bedeutet "übliche Aufarbeitung": Man gibt, falls



erforderlich, Wasser hinzu, stellt, falls erforderlich, je nach Konstitution des Endprodukts auf pH-Werte zwischen 2 und 10 ein, extrahiert mit Ethylacetat oder Dichlormethan, trennt ab, trocknet die organische Phase über Natriumsulfat, dampft ein und reinigt durch Chromatographie an Kieselgel und/oder durch Kristallisation

Massenspektrometrie (MS) (electron impact ionization)  $M^+$   
FAB (fast atom bombardment)  $(M+H)^+$

#### 10 Beispiel 1

1.1 Zu einer Lösung von 1,05 g p-Toluidin in 2,4 ml konz. HCl tropft man bei 0° eine Lösung von 0,68 g Natriumnitrit in 20 ml Wasser. Die Lösung enthält 1,51 g 4-Methyl-phenyldiazoniumhydrochlorid und wird sofort umgesetzt.

15

1.2 Eine Lösung von 55 g 2-(Isobutyryl)-essigsäureethylester ("AA") in 210 ml Toluol wird mit 30 g Malonsäuredinitril, 3,3 g Ammoniumacetat und 4 ml Essigsäure versetzt und 1 Stunde am Wasserabscheider bei 130° gekocht. Man arbeitet wie üblich auf und erhält 41,0 g 4,4-Dicyan-3-isopropyl-but-3-en-säureethylester ("AB"), Siedepunkt 95-99° bei 0,4 mbar.

20

1.3 Zu einer Lösung von 2,0 g "AB" in 52 g Ethanol gibt man 3,45 g Natriumacetat, rührt 10 Minuten, kühlt auf 0°, und gibt die kalte Lösung mit 1,51 g 4-Methyl-phenyldiazoniumhydrochlorid zu. Man rührt 1 Stunde bei 0° nach. Man alkalisiert mit Ammoniaklösung, arbeitet wie üblich auf und erhält 3,1 g 5-Cyan-6-imino-4-isopropyl-1-p-tolyl-1,6-dihydro-pyridazin-3-carbonsäureethylester ("AC") als Öl.

30 1.4 Zu einer Lösung von 3,1 g "AC" in 38 ml Essigsäure (100%) gibt man bei 14° portionsweise 4,1 g Zinkpulver. Man rührt 1 Stunde nach,

filtriert, wäscht mit wenig Eisessig und wenig Dichlormethan. Das Filtrat wird mit 400 ml Wasser versetzt, 30 Minuten nachgerührt, abgetrennt und mit Wasser gewaschen. Man erhält nach Trocknen 2,6 g 5-Amino-4-cyan-3-isopropyl-1-p-tolyl-1H-pyrrol-2-carbonsäureethylester ("AD"), F. 156°.

5

1.5 Eine Lösung von 800 mg "AD" in 12 ml Ameisensäure (98-100%) wird 2 Stunden bei 105° gerührt. Das Lösungsmittel wird abgetrennt und der Rückstand aus Isopropanol kristallisiert. Man erhält 600 mg 5-Isopropyl-4-oxo-7-p-tolyl-4,7-dihydro-3H-pyrrolo[2,3-d]-pyrimidin-6-carbonsäureethylester.

10

Analog erhält man durch Umsetzung von

15

5-Amino-4-cyan-3-methyl-1-(3-chlorphenyl)-1H-pyrrol-2-carbonsäureethylester,

5-Amino-4-cyan-3-methyl-1-(2-chlorphenyl)-1H-pyrrol-2-carbonsäureethylester,

5-Amino-4-cyan-3-methyl-1-(2-fluorphenyl)-1H-pyrrol-2-carbonsäureethylester,

20

5-Amino-4-cyan-3-propyl-1-(2-chlorphenyl)-1H-pyrrol-2-carbonsäureethylester,

5-Amino-4-cyan-3-methyl-1-(4-chlorphenyl)-1H-pyrrol-2-carbonsäureethylester,

25

5-Amino-4-cyan-3-methyl-1-p-tolyl-1H-pyrrol-2-carbonsäureethylester,

5-Amino-4-cyan-3-methyl-1-(2-chlorphenyl)-1H-pyrrol-2-carbonsäuremethylester,

5-Amino-4-cyan-3-methyl-1-phenyl-1H-pyrrol-2-carbonsäuremethylester,

30

5-Amino-4-cyan-3-methyl-1-(2-thienyl)-1H-pyrrol-2-carbonsäuremethylester,

mit Ameisensäure die nachstehenden Verbindungen

5-Methyl-4-oxo-7-(3-chlorphenyl)-4,7-dihydro-3*H*-pyrrolo[2,3-*d*]-  
pyrimidin-6-carbonsäureethylester,

5 5-Methyl-4-oxo-7-(2-chlorphenyl)-4,7-dihydro-3*H*-pyrrolo[2,3-*d*]-  
pyrimidin-6-carbonsäureethylester,

5-Methyl-4-oxo-7-(2-fluorphenyl)-4,7-dihydro-3*H*-pyrrolo[2,3-*d*]-  
pyrimidin-6-carbonsäureethylester,

10 5-Propyl-4-oxo-7-(2-chlorphenyl)-4,7-dihydro-3*H*-pyrrolo[2,3-*d*]-  
pyrimidin-6-carbonsäureethylester,

5-Methyl-4-oxo-7-(4-chlorphenyl)-4,7-dihydro-3*H*-pyrrolo[2,3-*d*]-  
pyrimidin-6-carbonsäureethylester,

5-Methyl-4-oxo-7-*p*-tolyl-4,7-dihydro-3*H*-pyrrolo[2,3-*d*]-pyrimidin-6-  
carbonsäureethylester,

15 5-Methyl-4-oxo-7-(2-chlorphenyl)-4,7-dihydro-3*H*-pyrrolo[2,3-*d*]-  
pyrimidin-6-carbonsäuremethylester,

5-Methyl-4-oxo-7-phenyl-4,7-dihydro-3*H*-pyrrolo[2,3-*d*]-pyrimidin-6-  
carbonsäuremethylester,

20 5-Methyl-4-oxo-7-(2-thienyl)-4,7-dihydro-3*H*-pyrrolo[2,3-*d*]-pyrimidin-  
6-carbonsäuremethylester.

Die folgenden Beispiel betreffen pharmazeutische Zubereitungen:

**Beispiel A: Injektionsgläser**

- 5 Eine Lösung von 100 g eines Wirkstoffes der Formel I und 5 g Dinatriumhydrogenphosphat wird in 3 l zweifach destilliertem Wasser mit 2 n Salzsäure auf pH 6,5 eingestellt, steril filtriert, in Injektionsgläser abgefüllt, unter sterilen Bedingungen lyophilisiert und steril verschlossen. Jedes Injektionsglas enthält 5 mg Wirkstoff.

10

**Beispiel B: Suppositorien**

- Man schmilzt ein Gemisch von 20 g eines Wirkstoffes der Formel I mit 100 g Sojalecithin und 1400 g Kakaobutter, gießt in Formen und läßt  
15 erkalten. Jedes Suppositorium enthält 20 mg Wirkstoff.

**Beispiel C: Lösung**

- Man bereitet eine Lösung aus 1 g eines Wirkstoffes der Formel I, 9,38 g  
20  $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ , 28,48 g  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$  und 0,1 g Benzalkoniumchlorid in 940 ml zweifach destilliertem Wasser. Man stellt auf pH 6,8 ein, füllt auf 1 l auf und sterilisiert durch Bestrahlung. Diese Lösung kann in Form von Augentropfen verwendet werden.

25

**Beispiel D: Salbe**

Man mischt 500 mg eines Wirkstoffes der Formel I mit 99,5 g Vaseline unter aseptischen Bedingungen.

30

**Beispiel E: Tabletten**

Ein Gemisch von 1 kg Wirkstoff der Formel I, 4 kg Laktose, 1,2 kg Kartoffelstärke, 0,2 kg Talk und 0,1 kg Magnesiumstearat wird in üblicher

Weise so zu Tabletten verpreßt, daß jede Tablette 10 mg Wirkstoff enthält.

**Beispiel F: Dragees**

5

Analog Beispiel E werden Tabletten gepreßt, die anschließend in üblicher Weise mit einem Überzug aus Saccharose, Kartoffelstärke, Talk, Trägant und Farbstoff überzogen werden.

10

**Beispiel G: Kapseln**

2 kg Wirkstoff der Formel I werden in üblicher Weise in Hartgelatine-kapseln gefüllt, so daß jede Kapsel 20 mg des Wirkstoffs enthält.

15

**Beispiel H: Ampullen**

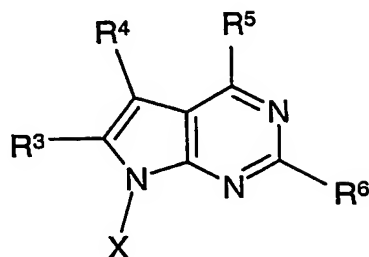
Eine Lösung von 1 kg Wirkstoff der Formel I in 60 l zweifach destilliertem Wasser wird steril filtriert, in Ampullen abgefüllt, unter sterilen Bedingungen lyophilisiert und steril verschlossen. Jede Ampulle enthält 10 mg

20

Wirkstoff.

## Patentansprüche

### 1. Verbindungen der Formel I



I

5 worin

X

unsubstituiertes oder durch R<sup>1</sup> und/oder R<sup>2</sup> ein- oder mehrfach substituiertes Phenyl oder Het,

10 R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup>

jeweils unabhängig voneinander A, OH, OA, SA, SOA, SO<sub>2</sub>A, SO<sub>2</sub>NH<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>NHA, SO<sub>2</sub>AA', CN, NO<sub>2</sub>, NH<sub>2</sub>, NHA, NAA', NHCOA, NHCOOA, COOH, COOA, CONH<sub>2</sub>, CONHA, CONAA' oder Hal,

15 R<sup>1</sup> und R<sup>2</sup>

zusammen auch -OCH<sub>2</sub>O- oder -OCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>O-,

R<sup>3</sup>

15 A, OH, OA, SA, SOA, SO<sub>2</sub>A, SO<sub>2</sub>NH<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>NHA, SO<sub>2</sub>AA', CN, NO<sub>2</sub>, NH<sub>2</sub>, NHA, NHB, NAA', NHCOA, NHCOOA, NHCOB, NHCOOB, COOH, COOA, COOB, CONH<sub>2</sub>, CONHA, CONHB, CONAA' oder Hal,

20 R<sup>4</sup>

verzweigtes oder unverzweigtes Alkyl oder Alkenyl mit bis zu 10 C-Atomen, die durch 1 bis 5 F- und/oder Cl-Atome substituiert sein können und/oder worin eine oder mehrere CH<sub>2</sub>-Gruppen durch O, S, SO, SO<sub>2</sub>, NH, NA, NHCO, NACO, NHCOO oder NACOO ersetzt sein können, oder Cycloalkyl oder Cycloalkenyl mit 3 bis 7 C-Atomen, worin eine oder zwei CH<sub>2</sub>-Gruppen durch O, S, SO, SO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>NH, SO<sub>2</sub>NA, NH, NHA, NHCONH, NACONH, NACONA, NHCO, NACO, NHCOO oder NACOO ersetzt sein können,

25

- $R^5$  OH, OA, SA, SOA,  $SO_2A$ ,  $SO_2NH_2$ ,  $SO_2NHA$ ,  $SO_2AA'$ , CN,  $NO_2$ ,  $NH_2$ , NHA,  $NAA'$ ,  $NHCOA$ ,  $NHCOOA$ , COOH, COOA,  $CONH_2$ , CONHA,  $CONAA'$  oder Hal,
- 5  $R^6$  H, OH, OA, SA, SOA,  $SO_2A$ ,  $SO_2NH_2$ ,  $SO_2NHA$ ,  $SO_2AA'$ , CN,  $NO_2$ ,  $NH_2$ , NHA,  $NAA'$ ,  $NHCOA$ ,  $NHCOOA$ , COOH, COOA,  $CONH_2$ , CONHA,  $CONAA'$  oder Hal,
- 10 A, A' jeweils unabhängig voneinander verzweigtes oder unverzweigtes Alkyl oder Alkenyl mit bis zu 10 C-Atomen, die durch 1 bis 5 F- und/oder Cl-Atome substituiert sein können und/oder worin eine oder mehrere  $CH_2$ -Gruppen durch O, S, SO,  $SO_2$ , NH,  $NR^7$ ,  $NHCO$ ,  $NR^7CO$ ,  $NHCOO$  oder  $NR^7COO$  ersetzt sein können,
- 15 A und A' zusammen auch Alkylen mit 3 bis 7 C-Atomen, wobei eine oder zwei  $CH_2$ -Gruppen durch  $CHR^7$ ,  $CHR^7R^8$ , O, S, SO,  $SO_2$ , NH,  $NR^7$ ,  $NHCO$ ,  $NR^7CO$ ,  $NHCOO$  oder  $NR^7COO$  ersetzt sein können,
- B unsubstituiertes oder durch  $R^1$  und/oder  $R^2$  ein- oder mehrfach substituiertes Phenyl oder Het,
- 20 Het einen unsubstituierten oder ein-, zwei- oder dreifach durch A'', Hal oder  $CF_3$  substituierten aromatischen 5- oder 6-gliedrigen Heterocyclus mit 1-3 N-, O- und/oder S-Atomen,
- 25  $R^7$ ,  $R^8$  jeweils unabhängig voneinander verzweigtes oder unverzweigtes Alkyl oder Alkenyl mit bis zu 5 C-Atomen, die durch 1 bis 5 F- und/oder Cl-Atome substituiert sein können und/oder worin eine oder mehrere  $CH_2$ -Gruppen durch O, S, SO,  $SO_2$  oder NH ersetzt sein können,
- A'' Alkyl mit 1 bis 6 C-Atomen
- und
- Hal F, Cl, Br oder I bedeutet,
- 30

sowie ihre pharmazeutisch verwendbaren Derivate, Solvate und Stereoisomere, einschließlich deren Mischungen in allen Verhältnissen.

2. Verbindungen nach Anspruch 1, worin

X einen durch  $R^1$  einfach substituierten Phenylrest oder unsubstituiertes Het bedeutet,

sowie ihre pharmazeutisch verwendbaren Derivate, Solvate und Stereoisomere, einschließlich deren Mischungen in allen Verhältnissen.

3. Verbindungen nach Anspruch 1 oder 2, worin

$R^1$  A oder Hal bedeutet,

sowie ihre pharmazeutisch verwendbaren Derivate, Solvate und Stereoisomere, einschließlich deren Mischungen in allen Verhältnissen.

4. Verbindungen nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, worin

$R^3$  COOA" oder COOH bedeutet,

sowie ihre pharmazeutisch verwendbaren Derivate, Solvate und Stereoisomere, einschließlich deren Mischungen in allen Verhältnissen.

5. Verbindungen nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, worin

$R^4$  unverzweigtes oder verzweigtes Alkyl mit 1, 2, 3, 4, 5 oder 6 C-Atomen, das durch 1-5 F- oder Cl-Atome substituiert sein kann, bedeutet,

sowie ihre pharmazeutisch verwendbaren Derivate, Solvate und Stereoisomere, einschließlich deren Mischungen in allen Verhältnissen.

6. Verbindungen nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, worin

$R^5$  Cl oder OH bedeutet,

sowie ihre pharmazeutisch verwendbaren Derivate, Solvate und Stereoisomere, einschließlich deren Mischungen in allen Verhältnissen.



7. Verbindungen nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6,  
worin

$R^6$  H bedeutet,

sowie ihre pharmazeutisch verwendbaren Derivate, Solvate und Stereo-  
isomere, einschließlich deren Mischungen in allen Verhältnissen.

8. Verbindungen nach Anspruch 1, worin

X einen durch  $R^1$  einfach substituierten Phenylrest oder  
unsubstituiertes Het,

$R^1$  A oder Hal,

$R^3$  COOA" oder COOH,

$R^4$  unverzweigtes oder verzweigtes Alkyl mit 1, 2, 3, 4, 5 oder 6 C-  
Atomen, das durch 1-5 F- oder Cl-Atome substituiert sein kann,

$R^5$  Cl oder OH,

$R^6$  H,

Het Furyl, Thienyl, Pyrrolyl, Imidazolyl, Pyridyl oder Pyrimidinyl,

A, A" jeweils unabhängig voneinander unverzweigtes oder verzweigtes  
Alkyl mit 1, 2, 3, 4, 5 oder 6 C-Atomen, das durch 1-5 F- oder Cl-  
Atome substituiert sein kann,

Hal F, Cl oder Br

bedeuten,

sowie ihre pharmazeutisch verwendbaren Derivate, Solvate und Stereo-  
isomere, einschließlich deren Mischungen in allen Verhältnissen.

9. Verbindungen der Formel I nach Anspruch I aus der Gruppe

5-Isopropyl-4-oxo-7-p-tolyl-4,7-dihydro-3H-pyrrolo[2,3-d]-pyrimidin-6-  
carbonsäureethylester,

5-Methyl-4-oxo-7-(3-chlorphenyl)-4,7-dihydro-3H-pyrrolo[2,3-d]-  
pyrimidin-6-carbonsäureethylester,

5-Methyl-4-oxo-7-(2-chlorphenyl)-4,7-dihydro-3H-pyrrolo[2,3-d]-  
pyrimidin-6-carbonsäureethylester,

5-Methyl-4-oxo-7-(2-fluorphenyl)-4,7-dihydro-3H-pyrrolo[2,3-d]-  
pyrimidin-6-carbonsäureethylester,

5-Propyl-4-oxo-7-(2-chlorphenyl)-4,7-dihydro-3H-pyrrolo[2,3-d]-  
pyrimidin-6-carbonsäureethylester,

5 5-Methyl-4-oxo-7-(4-chlorphenyl)-4,7-dihydro-3H-pyrrolo[2,3-d]-  
pyrimidin-6-carbonsäureethylester,

5-Methyl-4-oxo-7-p-tolyl-4,7-dihydro-3H-pyrrolo[2,3-d]-pyrimidin-6-  
carbonsäureethylester,

10 5-Methyl-4-oxo-7-(2-chlorphenyl)-4,7-dihydro-3H-pyrrolo[2,3-d]-  
pyrimidin-6-carbonsäuremethylester,

5-Methyl-4-oxo-7-phenyl-4,7-dihydro-3H-pyrrolo[2,3-d]-pyrimidin-6-  
carbonsäuremethylester,

5-Methyl-4-oxo-7-(2-thienyl)-4,7-dihydro-3H-pyrrolo[2,3-d]-pyrimidin-  
6-carbonsäuremethylester.

15

sowie ihre pharmazeutisch verwendbaren Derivate, Solvate und Stereo-  
isomere, einschließlich deren Mischungen in allen Verhältnissen.

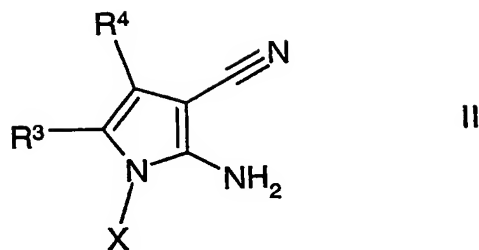
10. Verbindungen der Formel I nach einem oder mehreren der  
20 Ansprüche 1 bis 9 als Phosphodiesterase VII-Inhibitoren.

11. Verbindungen der Formel I und ihren physiologisch  
unbedenklichen Salzen und Solvaten nach einem oder mehreren der  
Ansprüche 1 bis 9 zur Behandlung oder Prophylaxe von Krankheiten, die  
25 durch Verbindungen mit PDE VII-inhibitorischer Aktivität bekämpft oder  
beeinflusst werden können.

12. Verfahren

30 a) zur Herstellung von Verbindungen der Formel I in der R<sup>5</sup> OH  
bedeutet, sowie deren Salzen und Solvaten, dadurch gekennzeichnet,  
daß man eine Verbindung der Formel II

93



worin

$R^3$ ,  $R^4$  und X die in Anspruch 1 angegebenen Bedeutungen haben,  
mit einer Verbindung der Formel III

5



worin  $R^6$  die in Anspruch 1 angegebene Bedeutung hat,

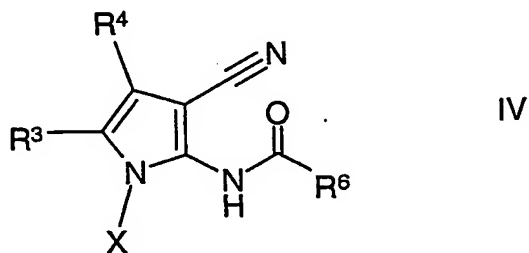
10

umsetzt,

oder

15

b) zur Herstellung von Verbindungen der Formel I in der  $R^5$  OH  
bedeutet, sowie deren Salzen und Solvaten, dadurch gekennzeichnet,  
daß man eine Verbindung der Formel IV



20

worin  $R^3$ ,  $R^4$ ,  $R^6$  und X die in Anspruch 1 angegebenen Bedeutungen  
haben,

cyclisiert,

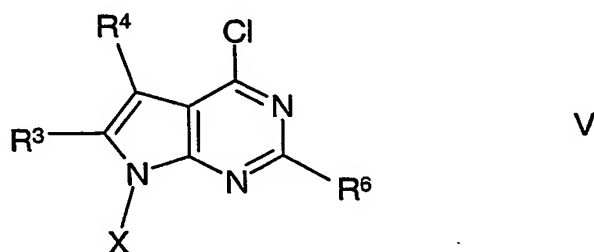
oder

c) zur Herstellung von Verbindungen der Formel I,

5 worin

$R^5$  OA, SA, SOA,  $SO_2A$ ,  $SO_2NH_2$ ,  $SO_2NHA$ ,  $SO_2AA'$ , CN,  $NO_2$ ,  $NH_2$ ,  
NHA,  $NAA'$ ,  $NHCOA$ ,  $NHCOOA$ , COOH, COOA,  $CONH_2$ , CONHA  
oder  $CONAA'$  bedeutet,

10 sowie deren Salzen und Solvaten, dadurch gekennzeichnet, daß man  
eine Verbindung der Formel IV



15 worin  $R^3$ ,  $R^4$ ,  $R^6$  und X die in Anspruch 1 angegebenen Bedeutungen  
haben,

mit einer Verbindung der Formel VI

$R^5-H$

VI

20 worin  $R^5$  die oben angegebene Bedeutung hat,

umsetzt,

und/oder daß man eine basische Verbindung der Formel I durch  
25 Behandeln mit einer Säure in eines ihrer Salze überführt.

13. Arzneimittel mit mindestens einer Verbindung der Formel I nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9 und/oder ihren pharmazeutisch verwendbaren Derivaten, Solvaten und Stereoisomeren, einschließlich deren Mischungen in allen Verhältnissen, sowie gegebenenfalls Träger- und/oder Hilfsstoffe.
14. Verwendung von Verbindungen der Formel I nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9 und/oder ihren physiologisch unbedenklichen Salzen oder Solvaten zur Herstellung eines Arzneimittels zur Behandlung eines Patienten, der an einer durch das PDE VII-Isozym, in seiner Rolle bei der Regulierung der Aktivierung und Degranulation von menschlichen Eosinophilen, vermittelten Erkrankung oder Störung leidet.
15. Verwendung nach Anspruch 14 von Verbindungen der Formel I nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9 und/oder ihren physiologisch unbedenklichen Salzen oder Solvaten zur Herstellung eines Arzneimittels zur Bekämpfung von allergischen Krankheiten, Asthma, chronischer Bronchitis, atopischer Dermatitis, Psoriasis und anderer Hautkrankheiten, entzündlichen Erkrankungen, Autoimmunerkrankungen, wie z.B. rheumatoide Arthritis, multiple Sklerose, Morbus Crohn, Diabetes mellitus oder ulzerative Kolitis, Osteoporose, Transplantatabstoßungsreaktionen, Kachexie, Tumorwachstum oder Tumormetastasen, Sepsis, Gedächtnisstörungen, Atherosklerose und AIDS.
16. Verwendung nach Anspruch 14 oder 15 einer Verbindung der Formel I gemäß Ansprüchen 1 bis 9 zur Herstellung eines Arzneimittels zur Behandlung oder Vorbeugung von einer oder mehreren aus der Gruppe der folgenden Erkrankungen, krankhaften Störungen und Leiden:
- Asthma jeglicher Art, Ätiologie oder Pathogenese, oder Asthma aus der Gruppe atopisches Asthma, nichtatopisches Asthma, allergisches Asthma, IgE-vermitteltes atopisches Asthma, Bronchialasthma, essentielles Asthma, Primärasthma, durch pathophysiologische

Störungen hervorgerufenen endogenes Asthma, durch Umweltfaktoren hervorgerufenen exogenes Asthma, essentielles Asthma unbekannter oder inapparenter Ursache, nichtatopisches Asthma, bronchitisches Asthma, emphysematöses Asthma, durch Belastung induziertes Asthma, Berufsasthma, durch Bakterien-, Pilz-, Protozoen- oder Virusinfektion hervorgerufenen infekta allergisches Asthma, nichtallergisches Asthma, inziptientes Asthma, "wheezy infant syndrome";

chronische oder akute Bronchokonstriktion, chronische Bronchitis, Obstruktion der kleinen Atemwege sowie Emphysem;

obstruktive oder entzündliche Atemwegserkrankung jeglicher Art, Ätiologie oder Pathogenese, oder eine obstruktive oder entzündliche Atemwegserkrankung aus der Gruppe Asthma; Staublunge, chronische eosinophile Pneumonie; chronischer obstruktive pulmonaler Krankheit (COPD); COPD inklusive chronische Bronchitis, Lungenemphysem oder damit assoziierte Atemnot, durch irreversible, fortschreitende Obstruktion der Atemwege gekennzeichnete COPD, Schocklunge (adult respiratory distress syndrome, ARDS) sowie Verschärfung der Überempfindlichkeit der Atemwege aufgrund Therapie mit anderen Arzneistoffen;

Staublunge jeglicher Art, Ätiologie oder Pathogenese, oder Staublunge aus der Gruppe Aluminose oder Aluminiumstaublunge, Anthrakose(-Asthma), Asbestose oder Asbeststaublunge, Chalikose oder Kalkstaublunge, durch Einatmen von Straußenfedernstaub verursachte Ptilose, durch Einatmung von Eisenteilchen verursachte Siderose, Silikose oder Steinstaublunge, Byssinose oder Baumwollstaubpneumokoniose sowie Talkpneumokoniose;

Bronchitis jeglicher Art, Ätiologie oder Pathogenese, oder Bronchitis aus der Gruppe akute Bronchitis, akute laryngotracheale Bronchitis, durch Erdnüsse ausgelöste Bronchitis, Bronchialkatarrh, kruppöse Bronchitis, Bronchitis ohne Auswurf, infektiöse Asthma-bronchitis, Bronchitis mit Auswurf, Staphylokokken- oder Streptokokken-bronchitis; sowie Vesikulärbronchitis;

Bronchiektasie jeglicher Art, Ätiologie oder Pathogenese, oder

Bronchiektasie aus der Gruppe zylindrische Bronchiektasie, sackförmige Bronchiektasie, spindelförmige Bronchiektasie, Bronchiolendilatation, zystische Bronchiektasie, Bronchiektasie ohne Auswurf, sowie follikuläre Bronchiektasie;

5 jahreszeitlich bedingte allergische Rhinitis, perenniale allergische Rhinitis, oder Sinusitis jeglicher Art, Ätiologie oder Pathogenese, oder Sinusitis aus der Gruppe eitriger oder nichteitriger Sinusitis, akute oder chronische Sinusitis, Ethmoiditis, Stirnhöhlenentzündung, Kieferhöhlenentzündung oder Sphenoiditis;

10 rheumatoide Arthritis jeglicher Art, Ätiologie oder Pathogenese, oder rheumatoide Arthritis aus der Gruppe akute Arthritis, akute Gichtarthritis, primär-chronische Polyarthritis, Osteoarthrose, Infektarthritis, Lyme-Arthritis, progrediente Arthritis, Arthritis psoriatica, sowie Spondylarthritis;

15 Gicht sowie mit Entzündung assoziiertes Fieber bzw. mit Entzündung assoziierter Schmerz;

20 eine mit Eosinophilen in Zusammenhang stehende krankhafte Störung jeglicher Art, Ätiologie oder Pathogenese, oder eine mit Eosinophilen in Zusammenhang stehende krankhafte Störung aus der Gruppe Eosinophilie, eosinophiles Lungeninfiltrat, Löffler-Syndrom, chronische eosinophile Pneumonie, tropische Lungeneosinophilie, bronchopneumonische Aspergillose, Aspergillom, eosinophiles Granulom, allergische granulomatöse Angiitis bzw. Churg-Strauss-Syndrom, Polyarteriitis nodosa (PAN), sowie systemische Vasculitis necroticans;

25 atopische Dermatitis, allergische Dermatitis, oder allergisches oder atopisches Ekzem;

30 Nesselsucht jeglicher Art, Ätiologie oder Pathogenese, oder Nesselsucht aus der Gruppe immunbedingte Nesselsucht, Komplementbedingte Nesselsucht, durch Nesselsucht auslösendes Material induzierte Nesselsucht, durch physikalische Reize ausgelöste Nesselsucht, durch Streß ausgelöste Nesselsucht, idiopathische Nesselsucht, akute Nesselsucht, chronische Nesselsucht, angioneurotisches Ödem, Urticaria

cholinergica, Kälteurtikaria in ihrer autosomal-dominanten Form oder in ihrer erworbenen Form, Kontakturtikaria, Urticaria gigantea sowie Papelurtikaria;

5 Konjunktivitis jeglicher Art, Ätiologie oder Pathogenese, oder Konjunktivitis aus der Gruppe Conjunctivitis actinica, akute katarrhalische Konjunktivitis, akute contagiöse Konjunktivitis, allergische Konjunktivitis, atopische Konjunktivitis, chronische katarrhalische Konjunktivitis, eitrige Konjunktivitis sowie Frühjahrsconjunktivitis;

10 Uveitis jeglicher Art, Ätiologie oder Pathogenese oder Uveitis aus der Gruppe Entzündung der ganzen Uvea oder eines Teils davon, Uveitis anterior, Iritis, Cyclitis, Iridocyclitis, granulomatöse Uveitis, nichtgranulomatöse Uveitis, phakoantigene Uveitis, Uveitis posterior, Choroiditis sowie Chorioretinitis;

Schuppenflechte;

15 multiple Sklerose jeglicher Art, Ätiologie oder Pathogenese, oder multiple Sklerose aus der Gruppe primär progrediente multiple Sklerose sowie multiple Sklerose mit schubweisem Verlauf und Neigung zu Remissionen;

20 Autoimmun-/Entzündungserkrankungen jeglicher Art, Ätiologie oder Pathogenese, oder eine Autoimmun-/Entzündungserkrankung aus der Gruppe autoimmunhämATOlogische Störungen, hämolytische Anämie, aplastische Anämie, aregenerative Anämie, idiopathische thrombozytopenie Purpura, systemischer Lupus erythematosus, Polychondritis, Skleroderm, Wegener-Granulomatose, Lichtkrankheit, 25 chronisch-aktive Hepatitis, Myasthenia gravis, Stevens-Johnson-Syndrom, idiopathische Sprue, Autoimmun-Reizkolonerkrankungen, Colitis ulcerosa, Morbus Crohn, endokrine Ophthalmopathy, Basedow-Krankheit, Sarkoidose, Alveolitis, chronische Hypersensitivitäts-pneumonitis, primär biliäre Zirrhose, Insulinmangeldiabetes oder Typ 1 30 Diabetes mellitus, Uveitis anterior, granulomatöse Uveitis oder Uveitis posterior, Keratoconjunctivitis sicca, Keratoconjunctivitis epidemica, (diffuse) interstitielle Lungenfibrose, Lungenzirrhose, Mukoviszidose,



Arthritis psoriatica, Glomerulonephritis mit und ohne Nephrose, akute Glomerulonephritis, idiopathische Nephrose, Minimal-Change-Nephropathie, entzündliche/ hyperproliferative Hauterkrankungen, Schuppenflechte, atopische Dermatitis, Kontaktdermatitis, allergische Kontaktdermatitis, familiärer gutartiger Pemphigus, Pemphigus erythematosus, Pemphigus foliaceus sowie Pemphigus vulgaris;

Vorbeugung einer Fremdtransplantatabstoßung nach Organtransplantation,

Reizdarm (inflammatory bowel disease, IBD) jeglicher Art, Ätiologie oder Pathogenese, oder Reizdarm aus der Gruppe ulzerative Kolitis (UC), kollagenöse Kolitis, Colitis polyposa, transmurale Kolitis sowie Morbus Crohn (CD);

septischer Schock jeglicher Art, Ätiologie oder Pathogenese, oder septischer Schock aus der Gruppe Nierenversagen, akutes Nierenversagen, Kachexie, Malariakachexie, hypophysäre Kachexie, uremämische Kachexie, Herzkachexie, Cachexia suprarenalis bzw. Addison-Krankheit, karzinomatöse Kachexie sowie Kachexie auf Grund von Infektion durch Human Immunodeficiency Virus (HIV);

Leberschädigung;

pulmonaler Hochdruck sowie durch Sauerstoffmangel hervorgerufener pulmonaler Hochdruck;

Knochenschwunderkrankungen, primäre Osteoporose und sekundäre Osteoporose;

krankhafte Störungen des Zentralnervensystems jeglicher Art, Ätiologie oder Pathogenese, oder eine krankhafte Störung des Zentralnervensystems aus der Gruppe Depression, Morbus Parkinson, Lern- und Gedächtnisstörungen, tardive Dyskinesie, Drogenabhängigkeit, arteriosklerotische Demenz, sowie Demenz als Begleiterscheinung von Chorea Huntington, Morbus Wilson, Paralysis agitans sowie Thalamusatrophien;

Infektionen, insbesondere Virusinfektionen, wobei diese Viren die Produktion von TNF- $\alpha$  in ihrem Wirt erhöhen oder wobei diese Viren

gegenüber Hinaufregulierung von TNF- $\alpha$  in ihrem Wirt empfindlich sind, so daß ihre Replikation oder andere wichtigen Aktivitäten behindert werden, darunter Viren aus der Gruppe HIV-1, HIV-2 und HIV-3, Zytomegalievirus, CMV; Grippe, Adenoviren und Herpesviren, darunter Herpes zoster und Herpes simplex;

Hefe- und Pilzinfektionen, wobei diese Hefen und Pilze gegenüber Hinaufregulierung durch TNF- $\alpha$  empfindlich sind oder die TNF- $\alpha$ -Produktion in ihrem Wirt auslösen, z.B. Pilzmeningitis, insbesondere bei gemeinsamer Verabreichung mit anderen Arzneistoffen der Wahl zur Behandlung systemischer Hefe- und Pilzinfektionen, darunter den Polymycinen, z.B. Polymycin B, Imidazolen, z.B. Clotrimazol, Econazol, Miconazol und Ketoconazol, den Triazolen, z.B. Fluconazol und Itranazol, sowie den Amphotericinen, z.B. Amphotericin B und liposomales Amphotericin B, was jedoch keine Einschränkung darstellen soll.

Ischämie-Reperfusionsschädigung, Autoimmundiabetes, retinale Autoimmunität, chronische lymphozytische Leukämie, HIV-Infektionen, Lupus erythematosus, Nieren- und Harnleitererkrankungen, krankhafte Urogenital- und Gastrointestinalstörungen, sowie Prostataerkrankungen.

17. Verwendung nach Anspruch 14, 15 oder 16 einer Verbindung der Formel I gemäß Ansprüchen 1 bis 9 zur Herstellung eines Arzneimittels zur Behandlung von (1) Entzündungserkrankungen und -leiden, inklusive Gelenkentzündung, rheumatoide Arthritis, rheumatoide Spondylitis, Osteoarthritis, Reizdarm, ulzerative Kolitis, chronische Glomerulonephritis, Dermatitis sowie Morbus Crohn, (2) Erkrankungen und Leiden der Atemwege, inklusive Asthma, Schocklunge, chronische Pulmonitis, Bronchitis, chronische obstruktive Atemwegserkrankung sowie Silikose, (3) Infektionskrankheiten und -leiden inklusive Sepsis, septischer Schock, endotoxischer Schock, gramnegative Sepsis, toxisches Schocksyndrom, durch Bakterien-, Virus- oder Pilzinfektionen hervorgerufenes Fieber bzw. Myalgie, sowie Grippe; (4) Immunerkrankungen und -leiden, inklusive Autoimmundiabetes,

systemischer Lupus erythematosus, GvH-Reaktion, Abstoßung von Fremdtransplantaten, multiple Sklerose, Schuppenflechte und allergische Rhinitis, sowie (5) weitere Erkrankungen und Leiden, darunter Knochenresorptionserkrankungen, Reperfusionsschädigung, sekundäre Kachexie aufgrund Infektion oder Malignität, sekundäre Kachexie aufgrund AIDS, Infektion mit Human Immune Deficiency Virus (HIV), oder AIDS-related-Complex (ARC), Keloidbildung, Narbengewebsbildung, Typ 1 Diabetes mellitus sowie Leukämie.

10

18. Verwendung nach Anspruch 17 einer Verbindung der Formel I gemäß Ansprüchen 1 bis 9 zur Herstellung eines Arzneimittels zur Behandlung von Myokarderkrankungen.

15

19. Verwendung nach Anspruch 18 einer Verbindung der Formel I gemäß Ansprüchen 1 bis 9 zur Herstellung eines Arzneimittels zur Behandlung von Myokarderkrankungen, wobei diese Myokarderkrankungen entzündliche und immunologische Eigenschaften aufweisen.

20

20. Verwendung nach Anspruch 19 einer Verbindung der Formel I gemäß Ansprüchen 1 bis 9 zur Herstellung eines Arzneimittels zur Behandlung von koronarer Herzerkrankung, reversibler oder irreversibler Myokardischämie/Reperfusionsschädigung, akutem oder chronischem Herzversagen und Restenose, darunter In-Stent-Restenose und Stent-in-Stent-Restenose.

25

21. Kombination einer Verbindung gemäß Ansprüchen 1 bis 9 zusammen mit einer oder mehreren Mitgliedern der folgenden Gruppe:

30

(a) Leukotriene-Biosyntheseinhibitoren: 5-Lipoxygenase (5-LO)-Inhibitoren und Antagonisten des 5-Lipoxygenase-aktivierenden Proteins

(FLAP) aus der Gruppe Zileuton, ABT-761, Fenleuton, Tepoxalin, Abbott-79175, Abbott-85761, N-(5-substituierte) Thiophen-2-alkylsulfonamide, 2,6-di-tert.-Butylphenolhydrazone, Zeneca ZD-2138, SB-210661, die pyridinylsubstituierte 2-Cyannaphthalinverbindung L-739,010, die 2-Cyanchinolinverbindung L-746,530, die Indol- und Chinolinverbindungen MK-591, MK-886 und BAY x 1005;

(b) Rezeptorantagonisten für die Leukotriene LTB<sub>4</sub>, LTC<sub>4</sub>, LTD<sub>4</sub> und LTE<sub>4</sub> aus der Gruppe der Phenothiazin-3-on-Verbindung L-651,392, der Amidinoverbindung CGS-25019c, der Benzoxazolaminverbindung Ontazolast, der Benzolcarboximidamidverbindung BIIL 284/260, der Verbindungen Zafirlukast, Ablukast, Montelukast, Pranlukast, Verlukast (MK-679), RG-12525, Ro-245913, Iralukast (CGP 45715A) und BAY x 7195;

(c) PDE IV- oder VII-Inhibitoren;

(d) 5-Lipoxygenase (5-LO)-Inhibitoren; Antagonisten des 5-lipoxygenase-aktivierenden Proteins (FLAP);

(e) Doppelinhibitoren der 5-Lipoxygenase (5-LO) und Antagonisten des blutplättchenaktivierenden Faktors (platelet activating factor PAF);

(f) Leukotrienantagonisten (LTRAs), darunter Antagonisten von LTB<sub>4</sub>, LTC<sub>4</sub>, LTD<sub>4</sub> und LTE<sub>4</sub>;

(g) Antihistamin-H<sub>1</sub>-Rezeptorantagonisten, darunter Cetirizin, Loratadin, Desloratadin, Fexofenadin, Astemizol, Azelastin und Chlorpheniramin;

(h) gastroprotektive H<sub>2</sub>-Rezeptorantagonisten;

- (i) oral oder topisch verabreichte  $\alpha_1$ - und  $\alpha_2$ -Adrenorezeptor-Agonist-Vasokonstriktor-Sympathomimetika zur Schleimhautabschwellung aus der Gruppe Propylhexedrin, Phenylephrin, Phenylpropanolamin, Pseudoephedrin, Naphazolinhydrochlorid, Oxymetazolinhydrochlorid, Tetrahydrozolinhydrochlorid, Xylometazolinhydrochlorid sowie Ethylnorepinephrinhydrochlorid;
- (j) ein oder mehrere  $\alpha_1$ - und  $\alpha_2$ -Adrenorezeptoragonisten wie oben unter (i) aufgezählt in Kombination mit einem oder mehreren Inhibitoren der 5-Lipoxygenase (5-LO) wie oben unter (a) aufgezählt;
- (k) Anticholinergika, darunter Ipratropiumbromid, Tiotropiumbromid, Oxitropiumbromid, Pirenzepin sowie Telenzepin;
- (l)  $\beta_1$ - bis  $\beta_4$ -Adrenorezeptoragonisten aus der Gruppe Metaproterenol, Isoproterenol, Isoprenalin, Albuterol, Salbutamol, Formoterol, Salmeterol, Terbutalin, Orciprenalin, Bitolterol und Pirbuterol;
- (m) Theophyllin und Aminophyllin;
- (n) Natriumcromoglycat;
- (o) Muscarinreceptor (M1, M2 und M3)-Antagonisten;
- (p) COX-1-Inhibitoren (NSAIDs) sowie Stickoxid-NSAIDs;
- (q) der COX-2-selektive Inhibitoren Rofecoxib;
- (r) Mimetika des insulinähnlichen Wachstumsfaktors Typ I (IGF-1);
- (s) Ciclesonid;

- (t) Inhalations-Glucokortikoide mit verringerten systemischen Nebenwirkungen aus der Gruppe Prednison, Prednisolon, Flunisolid, Triamcinolonacetonid, Beclomethasondipropionat, Budesonid, Fluticasonpropionat sowie Mometasonfuroat;
- (u) Tryptaseinhibitoren;
- (v) Antagonisten des blutplättchenaktivierenden Faktors (PAF);
- (w) monoklonale Antikörper gegen endogene entzündliche Körper;
- (x) IPL 576;
- (y) Anti-Tumor Nekrose Faktor (TNF $\alpha$ )-Mittel aus der Gruppe Etanercept, Infliximab und D2E7;
- (z) DMARDs aus der Gruppe Leflunomid;
- (aa) TCR-Peptide;
- (bb) Inhibitoren des interleukinumwandelnden Enzyms (interleukin converting enzyme, ICE);
- (cc) IMPDH-Inhibitoren;
- (dd) Adhäsionsmolekülinhibitoren, darunter VLA-4-Antagonisten;
- (ee) Kathepsine;
- (ff) MAP-Kinaseinhibitoren;

(gg) Glucose-6-phosphat-dehydrogenase-Inhibitoren;

(hh) Kinin-B<sub>1</sub>- und -B<sub>2</sub>-Rezeptor-Antagonisten;

5 (ii) Gold in Form einer Aurothiogruppe zusammen mit verschiedenen hydrophilen Gruppen;

(jj) Immunosuppressiva aus der Gruppe Cyclosporin, Azathioprin und Methotrexat;

10

(kk) Mittel gegen Gicht aus der Gruppe Kolchizine;

(ll) Xanthinoxidaseinhibitoren aus der Gruppe Allopurinol;

15

(mm) Urikosurika aus der Gruppe Probenecid, Sulfinpyrazon und Benzbromaron;

(nn) Antineoplastica, bei denen es sich um antimitotische Arzneistoffe aus der Gruppe Vinblastin und Vincristin handelt;

20

(oo) Mittel zur Förderung der Wachstumshormonsekretion;

(pp) Inhibitoren der Matrixmetalloproteasen (MMPs) aus der Gruppe Stromelysine, Kollagenasen, Gelatinasen, Aggrecanase, Kollagenase-1 (MMP-1), Kollagenase-2 (MMP-8), Kollagenase-3 (MMP-13), Stromelysin-1 (MMP-3), Stromelysin-2 (MMP-10) und Stromelysin-3 (MMP-11);

25

(qq) "transforming growth factor" (TGF $\beta$ );

30

(rr) "platelet-derived growth factor" (PDGF);

(ss) Fibroblasten-Wachstumsfaktor aus der Gruppe "basic fibroblast growth factor" (bFGF);

(tt) "granulocyte macrophage colony stimulating factor" (GM-CSF);

5

(uu) Capsaicin;

(vv) Tachykinin-NK<sub>1</sub>- und -NK<sub>3</sub>-Rezeptor-Antagonisten aus der Gruppe NKP-608C; SB233412 (Talnetant) und D-4418;

10

(ww) Elastaseinhibitoren aus der Gruppe UT-77 und ZD-0892;

sowie

15

(xx) Adenosin-A<sub>2a</sub>-Rezeptoragonisten.

22. Arzneimittel mit mindestens einer Verbindung der Formel I nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9 und/oder ihren pharmazeutisch verwendbaren Derivaten, Solvaten und Stereoisomeren, einschließlich deren Mischungen in allen Verhältnissen, sowie mindestens einem weiteren Arzneimittelwirkstoff.

20

23. Set (Kit) bestehend aus getrennten Packungen

25

(a) einer wirksamen Menge einer Verbindung der Formel I nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9 und/oder ihren pharmazeutisch verwendbaren Derivaten, Solvaten und Stereoisomeren, einschließlich deren Mischungen in allen Verhältnissen, und

30

(b) einer wirksamen Menge eines weiteren Arzneimittelwirkstoffs.

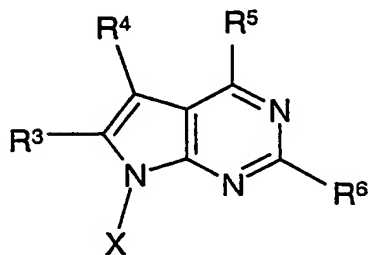


## Zusammenfassung

Pyrrolo-pyrimidin-derivate der Formel I

5

10



15

20

25

30

35

worin R<sup>3</sup>, R<sup>4</sup>, R<sup>5</sup>, R<sup>6</sup> und X die in Anspruch 1 angegebenen Bedeutungen haben, wirken als Phosphodiesterase VII-Inhibitoren und lassen sich zur Behandlung von Osteoporose, Tumoren, Kachexie, Atherosklerose, rheumatoider Arthritis, multipler Sklerose, Diabetes mellitus, entzündlichen Prozessen, Allergien, Asthma, Autoimmunkrankheiten, Myokarderkrankungen und AIDS einsetzen.